



TUGAS AKHIR - RG 141536

**ANALISA HUBUNGAN ANTARA PASANG
SURUT AIR LAUT DENGAN SEDIMENTASI
YANG TERBENTUK
(STUDI KASUS : DERMAGA PELABUHAN
PETIKEMAS SURABAYA)**

**LAILATUL QHOMARIYAH
NRP 3511 100 013**

**Dosen Pembimbing
Ir. YUWONO, MT**

**JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2015**



FINAL ASSIGMENT - RG 141536

**ANALYSIS OF RELATIONSHIP BETWEEN THE
SEA TIDAL AND THE FORMED
SEDIMENTATION
(CASE STUDY : PIER CONTAINER PORT ,
SURABAYA)**

**LAILATUL QHOMARIYAH
NRP 3511 100 013**

**Supervisor
Ir. YUWONO, MT.**

**DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015**

**ANALISA HUBUNGAN ANTARA PASANG SURUT AIR
LAUT DENGAN BANYAKNYA SEDIMENTASI YANG
TERBENTUK
(STUDI KASUS : DERMAGA PELABUHAN PETIKEMAS,
SURABAYA)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Jurusan S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

LAILATUL QHOMARIYAH
NRP. 3511 100 013

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Ir. Yuwono, MT
19590124 1985021 1 001



SURABAYA, NOVEMBER 2015

**ANALISA HUBUNGAN ANTARA PASANG SURUT AIR
LAUT DENGAN BANYAKNYA SEDIMENTASI YANG
TERBENTUK
(STUDI KASUS : DERMAGA PELABUHAN PETIKEMAS,
SURABAYA)**

Nama Mahasiswa	: Lailatul Qhomariyah
NRP	: 3511 100 013
Jurusan	: Teknik Geomatika FTSP – ITS
Dosen Pembimbing	: Ir. Yuwono, MT.

Abstrak

Indonesia sebagai negara kepulauan mempunyai kebutuhan yang sangat besar terhadap transportasi laut untuk menunjang aktivitas perdagangan maupun kegiatan transportasi yang berpindah dari satu pulau ke pulau yang lain. Keamanan dermaga pelabuhan menjadi faktor penting untuk menjamin keselamatan kapal yang akan bersandar, maka dari itu pengamatan terhadap perubahan sedimentasi perlu dilakukan untuk mengamati perubahan sedimentasi yang terjadi di dermaga pelabuhan sehingga kapal yang akan sandar tidak akan kandas. Pembentukan sedimentasi di dermaga dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah pasang surut.

Dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya merupakan salah satu dermaga yang memfasilitasi kapal-kapal yang bersandar di dermaga pelabuhan di Jawa Timur. Untuk itu pengamatan tentang pengaruh pasang surut terhadap sedimentasi yang terjadi di dermaga ini perlu dilakukan untuk mengetahui perubahan dari sedimentasi yang terjadi, sehingga keamanan kapal yang akan sandar juga terjamin.

Hasil dari penelitian ini adalah ditemukan pengaruh dari fenomena pasang surut terhadap sedimentasi yang terbentuk di dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya dengan kesimpulan ketika bilangan formzahl lebih besar dari tahun sebelumnya, maka volume sedimentasi juga akan bertambah. Pada volume sedimentasi tahun 2011 sebesar 9.460 m^3 dengan bilangan formzahl sebesar 0,662 dijadikan acuan untuk peningkatan volume sedimentasi tahun 2012 sebesar 49.537 m^3 dengan bilangan formzahl sebesar 0,819. Peningkatan bilangan formzahl yang berarti juga peningkatan fenomena pasang dan surut air laut yang terjadi mengakibatkan selisih volume sedimentasi dari tahun 2011 sampai tahun 2012 sebesar 40.077 m^3 . Dan Pada volume sedimentasi tahun 2013 sebesar 14.306 m^3 dengan bilangan formzahl sebesar 0,722 dijadikan acuan untuk peningkatan volume sedimentasi tahun 2014 sebesar 35.102 m^3 dengan bilangan formzahl sebesar 0,758. Peningkatan bilangan formzahl yang berarti juga peningkatan fenomena pasang dan surut air laut yang terjadi mengakibatkan selisih volume sedimentasi dari tahun 2013 sampai tahun 2014 sebesar 20.796 m^3 .

Kata kunci : dermaga, pasang surut, pelabuhan, sedimentasi

**ANALYSIS OF RELATIONSHIP BETWEEN THE SEA
TIDAL AND THE FORMED SEDIMENTATION
(CASE STUDY : PIER CONTAINER PORT, SURABAYA)**

Name : Lailatul Qhomariyah
NRP : 3511 100 013
Department : Geomatics Engineering
FTSP – ITS
Supervisor : Ir. Yuwono, MT.

Abstract

Indonesian archipelago has a high necessity of sea transportation to support the trade activities and mobility between one island and another. The harbor security is an important factor to ensure the safety of the ships which are being leant there, therefore the sedimentation is needed to be observed in order to find out the changes of sedimentation so that the ship would not run aground. The formation of sedimentation in the dock is influenced by several factors, one of them is tidal.

Domestic dock container port of Surabaya is one the docks that facilitates dock ships at the jetty port in East Java. To observe the influence of the tides to the dock sedimentation, it is necessary to know the changes of sedimentation, so the security of the ships that will be dock could be guaranteed.

The results of this study was finding the impacts of tidal phenomena to the sediment formed in the domestic dock container port Surabaya we can conclude that when the Formzahl number is greater than the previous year, the sedimentation volume will also increase. The sedimentation volume in 2011 amounted to 9.460 m³ with Formzahl numbers of 0,662 is used as the reference to a sedimentation volume increasing in 2012 amounted to 49.537 m³ with

formzahl number of 0,819. The increasing formzahl numbers which also means increase in the phenomenon of ebb and flow of sea water, has shown a difference of sedimentation volume from 2011 to 2012 amounted to 40.077 m³. And In the sedimentation volume in 2013 amounted to 14.306 m³ with a formzahl number of 0,722 is used as the reference to an increase in sedimentation volume in 2014 amounted to 35.102 m³ with formzahl number of 0,758. The increasing formzahl numbers which also means an increase in the phenomenon of ebb and flow of sea water which has resulted in a difference of sedimentation volume from 2013 to 2014 amounted to 20.796 m³.

Keyword :dock, tidal, port, sedimentation

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “ANALISA HUBUNGAN ANTARA PASANG SURUT AIR LAUT DENGAN BANYAKNYA SEDIMENTASI YANG TERBENTUK (STUDI KASUS : DERMAGA PELABUHAN PETIKEMAS, SURABAYA)” dengan baik meskipun terdapat banyak kendala.

Tentunya dalam pengerjaan tugas akhir ini tidak lepas dari orang-orang istimewa yang telah memberikan dukungan baik moral maupun material, maka dari itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu tercinta yang telah memberikan dukungan yang luar biasa, bapak yang telah menjadikan penulis pribadi yang kuat serta kakak dan adik yang selalu menghibur disaat mengalami kejenuhan ketika mengerjakan tugas akhir ini.
2. Muhammad Nurcahyadi, ST, MSc, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika ITS
3. Ir. Yuwono, MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak ilmunya mengenai tugas akhir ini. Khomsin, ST, MT dan Akbar Kurniawan, ST, MT selaku dosen penguji tugas akhir yang banyak memberikan masukan tentang tugas akhir saya
4. Arjito Fajar Pamungkas, Daniel Indra Kristianto dan Yunian Indra selaku Staf PT. PELINDO III serta Muhammad Fathoni dan Suluh selaku staf PT. Terminal Petikemas Surabaya atas ketersediaannya memberikan data tugas akhir ini
5. Aldila Syariz, Rachmat Hartono, Ardhana Denta, G Masthry Candhra Separsa dan Andi Rachman atas bantuannya
6. Angkatan 2011 Teknik Geomatika ITS dan teman-teman kontrakan

7. Serta semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu

Penulis juga memohon maaf sebagaimana peribahasa tiada gading yang tak retak, begitupun dalam tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk pembelajaran kedepannya dan penulis sangat berharap bahwa tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca .

Surabaya, November 2015

Penulis

DAFTAR ISI

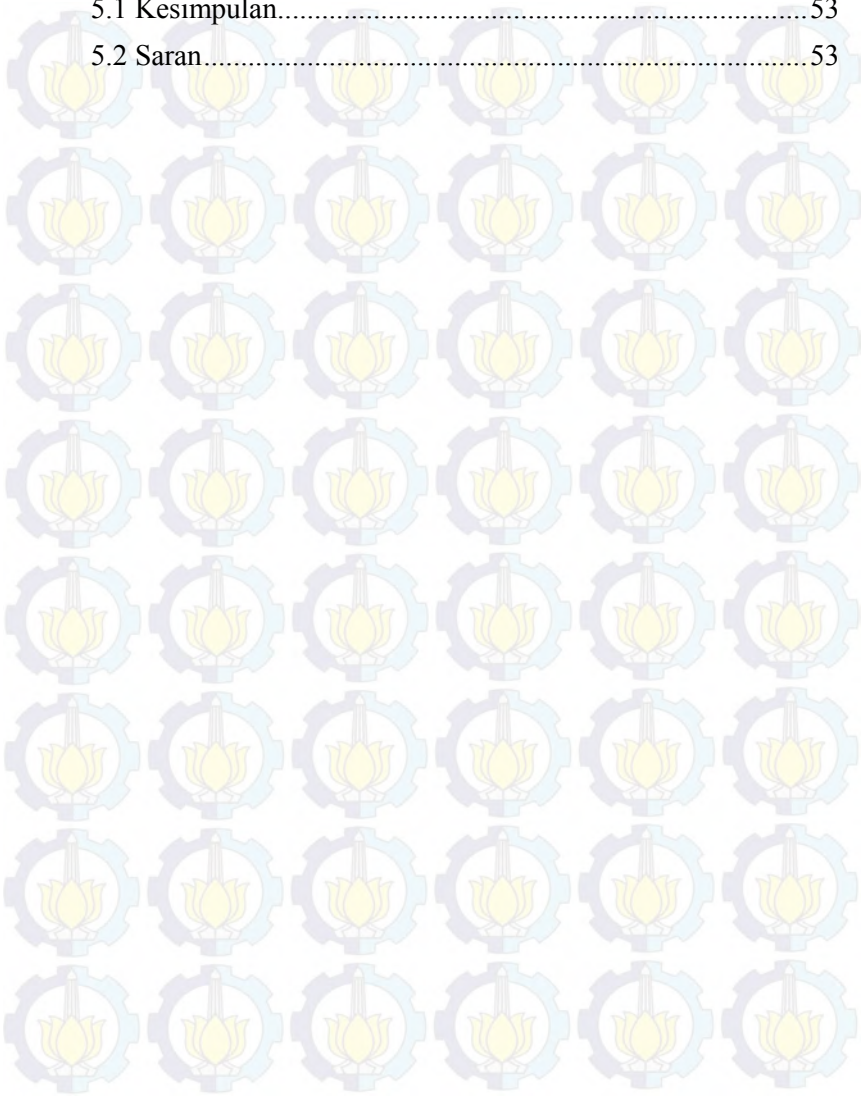
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Tugas Akhir.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
2.1.1 Pengertian pasang surut.....	5
2.1.2 Gaya Pembangkit Pasang Surut.....	6
2.1.3 Tipe Pasang Surut.....	8
2.1.4 Konstanta Harmonik Pasut.....	10
2.1.5 Metode Pengamatan Pasang Surut.....	12
2.1.6 Metode <i>Admiralty</i>	14
2.2 Definisi Elevasi Muka Air.....	14
2.2.1 Elevasi Muka Air Laut Pelabuhan.....	15
2.3 Survei Batimetri.....	16

2.4 Pengukuran Kedalaman.....	16
2.5 Arus Pasang Surut	18
2.6 Sedimentasi.....	18
2.7 Rumus Perhitungan Volume.....	19
2.8 Pengerukan	21
2.9 Penelitian Terdahulu.....	21
BAB III METODOLOGI	23
3.1 Lokasi Penelitian	23
3.2 Data dan Peralatan	26
3.2.1 Data.....	26
3.2.2 Peralatan	26
3.3 Tahapan Kegiatan Penelitian.....	26
3.4 Diagram Alir Pengolahan Data Untuk Analisa Hubungan Pasang Surut dengan Sedimentasi	30
BAB IV HASIL DAN ANALISA.....	33
4.1 Pasang Surut	33
4.1.1 Hasil Pengolahan Pasang Surut	33
4.1.2 Analisa Hasil Pengolahan Pasut	41
4.2 Peta Batimetri	42
4.2.1 Hasil Perhitungan Volume Peta Batimetri.....	42
4.2.2 Analisa Hasil Pengolahan Perhitungan Volume Sedimen	49
4.3 Pengaruh Pasang Surut Terhadap Sedimentasi.....	50
4.3.1 Hasil Grafik Pasut dan Volume Sedimentasi.....	50
4.3.2 Analisa Pengaruh Pasang Surut Terhadap Volume Sedimentasi.....	51

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 53

5.1 Kesimpulan..... 53

5.2 Saran..... 53





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) Gaya Gravitasi, (b) Gaya Sentrifugal, dan (c) Resultan Gaya Gravitasi dan Sentrifugal	8
Gambar 2.2 Menghitung Volume Luas Penampang	20
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Surabaya, Jawa Timur	24
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian Daerah Dermaga Domestik Pelabuhan Petikemas Surabaya	25
Gambar 3.3 Diagram Alir Tahapan Penelitian	27
Gambar 3.4 Diagram Alir Pengolahan Data Untuk Analisa Pengaruh Pasang Surut terhadap Sedimentasi	30
Gambar 4.1 Grafik Hasil Rata-rata Bilangan Formzahl Tiap Tahap Pengamatan	41
Gambar 4.2 Peta Batimetri Tahun 2011	43
Gambar 4.3 Peta Batimetri Tahun 2012	45
Gambar 4.4 Peta Batimetri Tahun 2013	46
Gambar 4.5 Peta Batimetri Tahun 2014	47
Gambar 4.6 Grafik Hasil Perhitungan Volume Sedimentasi Pertahun	48
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Bilangan Formzahl Dan Volume Sedimentasi	51

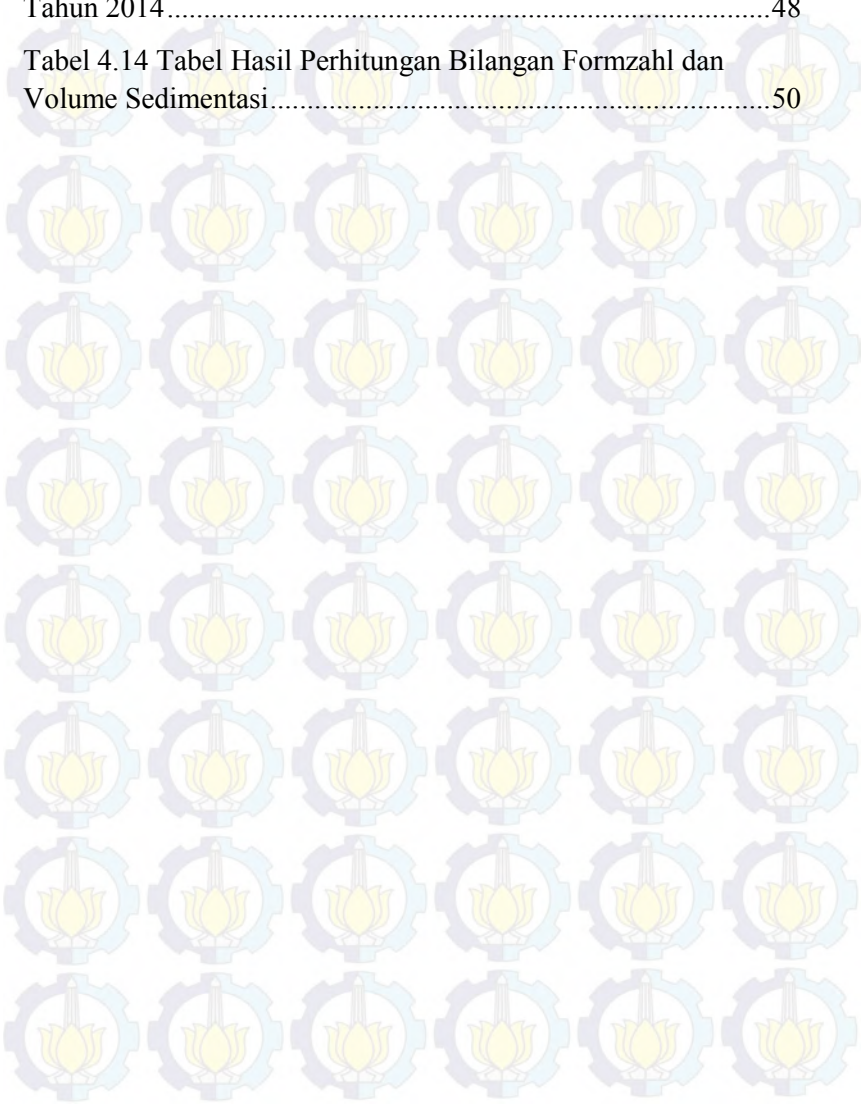


DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen Konstanta Harmonik Pasang Surut.....	11
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Komponen Pasut Bulan November Tahun 2010 Sampai Bulan Oktober 2011	33
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Komponen Pasut Bulan November Tahun 2011 Sampai Bulan Oktober 2012	34
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Komponen Pasut Bulan November Tahun 2012 Sampai Bulan April 2013	35
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Komponen Pasut Bulan Mei Tahun 2013 Sampai Bulan Maret 2014	36
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Bilangan Formzahl Pasut Bulan November Tahun 2010 Sampai Bulan Oktober 2011	37
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Bilangan Formzahl Pasut Bulan November Tahun 2011 Sampai Bulan Oktober 2012	38
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Bilangan Formzahl Pasut Bulan November Tahun 2012 Sampai Bulan April 2013	39
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Bilangan Formzahl Pasut Bulan Mei Tahun 2013 Sampai Bulan Maret 2014	39
Tabel 4.9 Hasil Rata-rata Bilangan Formzahl	40
Tabel 4.10 Tabel Perhitungan Volume Sedimen Peta Batimetri Tahun 2011	44
Tabel 4.11 Tabel Perhitungan Volume Sedimen Peta Batimetri Tahun 2012	45
Tabel 4.12 Tabel Perhitungan Volume Sedimen Peta Batimetri Tahun 2013	46

Tabel 4.13 Tabel Perhitungan Volume Sedimen Peta Batimetri Tahun 2014.....48

Tabel 4.14 Tabel Hasil Perhitungan Bilangan Formzahl dan Volume Sedimentasi.....50



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Peta Batimetri Tahun 2011
Lampiran B. Peta Batimetri Tahun 2012
Lampiran C. Peta Batimetri Tahun 2013
Lampiran D. Peta Batimetri Tahun 2014



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Transportasi laut menjadi komponen utama dalam penunjang komoditas perdagangan yang menjadi penghubung antara transportasi darat antar pulau mengingat Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri lebih dari 17.499 pulau, luas seluruh wilayah daratan $\pm 2.012.402 \text{ km}^2$, luas wilayah perairan $\pm 5.877.879 \text{ km}^2$ dan panjang garis pantai $\pm 81.290 \text{ km}$ (Dishidros, 2006). Dengan semakin meningkatnya aktivitas perdagangan, maka peran pelabuhan sangat penting sebagai penunjang seluruh kegiatan transportasi laut, sehingga diperlukan pengembangan dermaga, pelabuhan serta sarana prasarana pelabuhan. Dalam hal ini keamanan menjadi hal penting dalam pemeliharaan kolam pelabuhan dengan tujuan agar kapal yang akan bersandar di pelabuhan tidak kandas. Untuk itu perlu dilakukan pengamatan mengenai keadaan sedimentasi, pasang surut, arus, kondisi dasar laut serta data lain yang diperlukan.

Pasang surut merupakan fenomena naik turunnya permukaan air laut pada periode tertentu (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005). Dan dari pengaruh fenomena pasang surut dapat dihasilkan perubahan sedimentasi yang terjadi di dermaga untuk dilakukan pemeliharaan pada dermaga, sehingga menjamin keamanan kapal saat bersandar di dermaga.

Dalam memperhatikan keselamatan dan keamanan kapal untuk bersandar pada dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya, maka diperlukan analisa terhadap pengaruh faktor yang mempengaruhi sedimentasi yakni, data pasang surut sehingga dapat dihitung sedimen yang terdapat di dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya. Data pasang surut tersebut diolah dengan menggunakan metode admiralty dan pada peta batimetrinya dilakukan perhitungan volume

sedimentasi. Kemudian dilakukan analisa terhadap pengaruh pasang surut air laut terhadap sedimentasi yang terjadi pada dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya sebagai acuan untuk pekerjaan pengerukan dan keselamatan kapal untuk bersandar di dermaga (Kramadibrata, 2002).

Pelabuhan petikemas sendiri merupakan salah satu anak cabang dari PT. Pelabuhan Indonesia (PELINDO) III Surabaya yang cakupan kerjanya dikhususkan pada pengangkutan barang-barang berukuran besar untuk menyeberang ke pulau lain, maka dari itu kapal-kapal besar sering bersandar di dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya. Dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya dipilih untuk lokasi penelitian ini dikarenakan adanya aktivitas kapal yang sandar dan letak dermaga yang berada didekat Laut Jawa mengakibatkan wilayah ini menarik untuk diteliti bagaimana sedimentasi yang terjadi diakibatkan oleh fenomena pasang surut di perairan sekitar dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya selama tahun 2011 sampai tahun 2014.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a) Apakah ditemukan pengaruh dari fenomena pasang surut air laut terhadap sedimentasi di dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya.
- b) Bagaimana pengaruh yang ditimbulkan oleh fenomena pasang surut air laut terhadap sedimentasi di dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

- a) Wilayah studi adalah dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya.
- b) Data pemeruman yang digunakan didapat dari PT. PELINDO III Surabaya dengan tahun survei 2011

sampai tahun 2014 yang proses *sounding* nya dilakukan satu kali setiap tahun meliputi *sounding* sesudah pengerukan dan *sounding* sebelum pengerukan dengan rincian tahun 2011 dilakukan *sounding* setelah pengerukan pada bulan oktober, tahun 2012 dilakukan *sounding* sebelum pengerukan pada bulan oktober, tahun 2013 dilakukan *sounding* setelah pengerukan pada bulan april dan tahun 2014 dilakukan *sounding* sebelum pengerukan pada bulan maret.

- c) Data pasang surut prediksi DISHIDROS yang digunakan dimulai dari bulan november tahun 2010 sampai bulan maret tahun 2014.
- d) Metode perhitungan volume menggunakan metode komposit (metode luas penampang rata-rata)
- e) Metode perhitungan pasang surut menggunakan metode admiralty.
- f) Hasil akhir dari penelitian ini adalah hasil perhitungan volume sedimen dan perhitungan bilangan formzahl pasang surut dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya yang disajikan dalam bentuk grafik dan dilakukan analisa hubungan dari pengaruh fenomena pasang surut terhadap sedimentasi di dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya .
- g) Kesimpulan dari penelitian ini adalah analisa pengaruh fenomena pasang surut air laut terhadap sedimentasi yang ada di dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah untuk:

- a) Mengetahui ada tidaknya pengaruh dari fenomena pasang surut air laut terhadap sedimentasi di dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya.
- b) Menganalisis pengaruh yang diakibatkan oleh fenomena pasang surut air laut terhadap sedimentasi di dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan jumlah sedimentasi yang diakibatkan oleh fenomena pasang surut yang terjadi pada dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya, sehingga dari hasil analisa tersebut dapat diketahui seberapa besar peningkatan jumlah sedimentasi yang terjadi di dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya setelah dilakukan pengerukan setiap tahunnya akibat pengaruh fenomena pasang surut pada dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pasang Surut

2.1.1 Pengertian pasang surut

Menurut IHO pasang surut adalah *“the periodic rise and fall of the surface of ocean, bays, etc., due principally to the gravitational attraction of the moon and sun for the rotating earth”* (1974).

Sedangkan menurut Poerbandono, pasang surut adalah fenomena naik turunnya permukaan air laut yang faktor utamanya disebabkan oleh gravitasi bulan dan matahari (1999). Dalam buku berikutnya disebutkan definisi dari pasang surut adalah fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik (dalam kurun waktu tertentu) yang dipengaruhi oleh gravitasi bulan dan matahari terhadap bumi. Dan untuk pengaruh gravitasi benda-benda langit lainnya diabaikan karena jaraknya yang jauh atau ukurannya yang lebih kecil (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005).

Pasut merupakan fenomena naik turunnya permukaan air laut dengan periode sekitar 12,4 jam atau 24,8 jam. Fenomena pasut ini juga berpengaruh terhadap perubahan dari bentuk bumi dan atmosfer. Pengamatan pasut dilakukan untuk mendapatkan tinggi nol dari permukaan air laut yang nantinya kedalaman suatu titik di dasar perairan atau ketinggian titik di pantai mengacu pada permukaan laut yang dianggap sebagai bidang referensi atau yang biasa disebut sebagai datum vertikal.

Pengetahuan mengenai pasang surut sangat penting dalam perencanaan pelabuhan (Kramadibrata, 2002). Dalam hal ini perencanaan pelabuhan yang dilakukan dari hasil pengamatan pasang surut adalah selain penentuan datum vertikal, yakni untuk pengamatan sedimentasi yang terbentuk. Pengukuran pasut dapat dilakukan

dengan alat pengukur (*gauge*) yang diukur setiap jam atau hari atau dengan pengamatan manual.

2.1.2 Gaya Pembangkit Pasang Surut

Gravitasi bulan menjadi faktor utama pembangkit pasut. Walaupun matahari mempunyai massa yang jauh lebih besar daripada massa yang dimiliki oleh bulan, namun dikarenakan bulan yang mempunyai jarak jauh lebih dekat ke bumi dibanding dengan jarak matahari ke bumi, maka dari itu matahari hanya memberikan pengaruh yang kecil terhadap pembangkit pasut di bumi. Menurut (Heiskanen and Moritz, 1967). Pembangkit pasut dapat dijelaskan dengan teori gravitasi universal seperti dibawah ini :

$$F = G m_1 m_2 / r^2 \quad (2.1)$$

Pada rumus di atas dijelaskan bahwa pada dua benda akan terjadi gaya tarik menarik sebesar F di antara kedua benda tersebut yang besarnya sebanding dengan perkalian massanya dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya, yang merupakan teori gravitasi universal dan dipakai juga untuk menjelaskan proses pasang surut yang disebabkan oleh gravitasi bulan ke bumi. Gaya tarik menarik antara dua benda (F) dengan satuan N (Newton), Massa benda satu (m_1) dan massa benda dua (m_2) dengan satuan Kg, jarak antara pusat benda satu dan dua (r) dengan satuan Km dan konstanta gravitasi sebesar $6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$ (G).

Gerakan dari bulan dan matahari yang mengakibatkan gaya gravitasi bulan dan matahari menjadi faktor terbentuknya pasang surut air laut. Gerakan-gerakan tersebut diantaranya adalah (Ongkosongo, 1989):

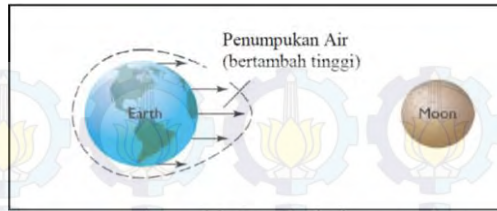
- a. Revolusi bulan terhadap bumi, dengan orbit berbentuk elips dan memerlukan waktu 29,5 hari untuk menyelesaikan revolusinya.

- b. Revolusi bumi terhadap matahari, dengan orbit berbentuk elips dan periode yang diperlukan 365,25 hari untuk menyelesaikan revolusinya.
- c. Perputaran bumi terhadap sumbunya sendiri dengan waktu 24 jam yang diperlukan dalam berputar.

Dengan adanya kegiatan perputaran (rotasi bumi) maka pada setiap titik di bumi akan bekerja gaya sentrifugal (F_c) yang mempunyai arah dan besar yang sama. Arah gaya tersebut berlawanan dengan posisi bulan. Selain itu karena pengaruh dari gravitasi bulan, setiap titik di bumi akan mengalami gaya tarik (F_g) dengan arah menuju pusat massa bulan, sedangkan besar gaya yang ditimbulkan tergantung pada jarak antara titik yang ditinjau dan pusat masa bulan. Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih jelas, perhatikan (Gambar 2.1).

Fenomena pembangkit pasut akan menyebabkan perbedaan tinggi dari permukaan air laut pada kondisi kedudukan-kedudukan tertentu dari bumi, bulan dan matahari. Pada saat kedudukan matahari segaris dengan sumbu bumi- bulan, maka akan terjadi pasang maksimum pada titik di permukaan bumi yang berada di sumbu kedudukan relatif bumi, bulan dan matahari yang disebut dengan *spring*. Saat tersebut terjadi pada saat bulan baru dan bulan pernama , maka fenomena pasut tersebut dinamakan *spring tide* atau pasut perbani.

Saat kedudukan matahari tegak lurus dengan sumbu bumi-bulan, terjadi pasut minimum pada titik di permukaan bumi yang tegak lurus dengan sumbu bumi-bulan, maka saat tersebut dinamakan *neap*. Jika fenomena tersebut terjadi diperempat bulan awal dan perempat bulan akhir, fenomena tersebut dinamakan *neap tide* atau pasut mati (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005).



a) gaya gravitasi



b) gaya sentrifugal



c) resultan gaya gravitasi dan sentrifugal

Gambar 2.1 (a) Gaya Gravitasi, (b) Gaya Sentrifugal, dan (c) Resultan Gaya Gravitasi dan Sentrifugal

Sumber : Abdul Malik, 2005

2.1.3 Tipe Pasang Surut

Tipe pasang bergantung pada frekuensi air pasang dengan air surut yang terjadi setiap harinya. Tipe pasang yang dihasilkan berbeda dikarenakan respon setiap lokasi berbeda pada gaya pembangkit pasang. Jika pada suatu perairan terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari, maka kawasan tersebut dikatakan bertipe pasang

harian tunggal (*diurnal tides*), namun jika pada perairan tersebut terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu hari, maka kawasan tersebut dikatakan bertipe pasut harian ganda (*semidiurnal tides*). Tipe yang biasanya terjadi disebut dengan pasut campuran (*mixed*) yang merupakan gabungan dari *diurnal* dan *semidiurnal*. Pasut campuran sendiri dibagi menjadi dua jenis yaitu pasut campuran dominasi ganda dan pasut campuran dominasi tunggal.

Tipe pasang surut juga dapat ditentukan berdasarkan bilangan *Formzal* (F) berikut:

$$F = (O1 + K1) / (M2 + S2) \quad (2.2)$$

Rumus *Formzahl* di atas menurut (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005) digunakan untuk menentukan tipe pasang surut yang dihasilkan dari fenomena pasang surut. Dengan bilangan *formzahl* (F), amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan (O1), Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari (K1), Amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan (M2) dan amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari (S2).

Berdasarkan nilai dari F ini tipe pasang surut yang terjadi menjadi empat tipe, yaitu:

- a. $0 < F < 0,25$: Pasang Ganda Murni

Yakni dua kali pasang yang terjadi dalam satu hari dengan tinggi yang sama. Interval waktu antara transit bulan dan pasang naik pada suatu tempat hampir sama. Range rata-rata pada pasang purnama adalah $2(M2 + S2)$.

- b. $0,25 < F < 1,5$: Pasang Campuran Ganda

Terjadi dua kali pasang dalam satu hari dengan tinggi dan interval waktu transit bulan dan pasang naik tidak sama. Perbedaan ini mencapai maksimum bila deklinasi

bulan telah mencapai maksimumnya. Range rata-rata pada pasang purnama adalah $2(M_2 + S_2)$.

c. $1,5 < F < 3$: Pasang Campuran Tunggal

Hanya satu kali pasang dalam waktu satu hari yang mengikuti deklinasi maksimum dari bulan. Dan kadang-kadang terjadi dua kali dalam satu hari tetapi tinggi dan interval waktu antara transit bulan dan pasang naik sangat berbeda sekali, apabila bulan telah melewati equator. Range rata-rata pada pasang purnama adalah $2(OI + KI)$.

d. $F > 3$: Pasang Tunggal Murni

Satu kali pasang yang terjadi dalam satu hari. Pada saat pasang perbani ketika bulan telah melewati bidang equator dapat juga terjadi dua kali pasang dalam satu hari. Range rata-rata pada pasang purnama adalah $2(OI + KI)$.

2.1.4 Konstanta Harmonik Pasut

Konstanta harmonik pasang surut adalah komponen-komponen pembangkit pasang surut yang tergantung pada waktu secara periodik. Konstanta tersebut terjadi karena adanya gerakan bulan dan matahari terhadap bumi dan mempunyai nilai yang berbeda-beda untuk tiap-tiap pengamatan. Secara garis besar konstanta harmonik pasut dibagi dalam empat kelompok utama (Poerbandono, 1989), yaitu :

- a. Konstanta harmonik periode setengah harian (*semidiurnal period tide*).
- b. Konstanta harmonik periode harian (*diurnal period tide*).
- c. Konstanta harmonik periode panjang (*long period tide*).
- d. Konstanta harmonik perairan dangkal (*shallow water tide*).

Penjelasan mengenai konstanta harmonik pasang surut dapat dilihat pada (Tabel 2.1)

Tabel 2.1: Komponen Konstanta Harmonik Pasang Surut
Sumber : Poerbandono, 1989

Jenis	Simbol	Kecepatan Sudut (derajat/jam)	Periode (Jam)	Komponen
SEMIDIURNAL	M2	28,9842	12,42	Utama bulan
	S2	30	12	Utama matahari
	N2	28,4397	12,66	Bulan akibat variasi bulanan jarak bumi ke bulan
	K2	30,0821	11,97	Matahari ke bulan akibat perubahan sudut deklinasi matahari ke bulan
DIURNAL	K1	15,0411	23,33	Matahari
	O1	13,943	25,82	Utama bulan
	P1	14,9589	24,07	Utama matahari
LONG PERIOD	Mf	1,098	327,82	<i>Lunar fortnightly</i>
	Mm	0,5444	661,3	<i>Lunar monthly</i>
	Ssa	0,0821	2191	<i>Solar semi annual</i>
SHALLOW WATER	2SM2	31,0161	11,61	-
	MNS ₂	27,424	13,13	-
	MK3	44,025	8,18	
	M4	57,968	6,21	Utama bulan
	MS4	58,084	6,2	Matahari dan bulan

2.1.5 Metode Pengamatan Pasang Surut

Pengamatan pasut dilakukan untuk mendapatkan data ketinggian permukaan air laut di suatu lokasi. Dari hasil pengamatan tersebut akan didapatkan datum vertikal tertentu sesuai dengan keperluan tertentu pula. Pengamatan pasut dilakukan dengan mencatat atau merekam data tinggi muka air laut setiap interval waktu tertentu. Rentang waktu pengamatan pasut sebaiknya dilakukan selama selang waktu keseluruhan periodisasi benda-benda langit yang berpengaruh pada terjadinya pasut. Rentang waktu yang biasanya dilakukan untuk keperluan praktis adalah selama 15 atau 29 piamtan (1 piamtan = 25 jam) dengan interval yang biasa digunakan adalah 15, 30 atau 60 menit.

Dalam pengamatan pasang surut terdapat dua cara, yakni pengamatan langsung dan pengamatan tidak langsung (Ongkosongo, 1989).

a. Pengamatan Langsung : Pengamatan ini dilakukan dengan membaca langsung skala pada rambu pasut yang terkena atau berimpit dengan permukaan air laut pada rambu pasut pada waktu tertentu. Pengamatan langsung ini biasanya dilakukan pada pengamatan pasut jangka pendek, dikarenakan membutuhkan biaya yang murah. Namun untuk pengamatan pasut jangka panjang cara ini tidak mungkin untuk dilakukan karena biaya yang sangat mahal.

b. Pengamatan Tidak Langsung : Pengamatan ini dilaksanakan dengan memasang alat *automatic tide gauge* pada stasiun pasut yang ingin diketahui bacaan pasang surutnya. Pengamatan jangka panjang direkomendasikan pada pengamatan ini. Hasil pengamatan yang diperoleh bukan merupakan besaran-besaran yang langsung menunjukkan kedudukan permukaan air laut. Untuk mendapatkan besaran-besaran kedudukan permukaan air laut itu, harus dilakukan perubahan dari grafik yang

diperoleh ke dalam suatu harga yang didasarkan dari pembacaan rambu pasut yang dipasang sebagai skala pembanding (standar).

Cara yang paling sederhana untuk mengamati pasut dilakukan dengan pengamatan langsung seperti yang dijelaskan sebelumnya yakni menggunakan palem atau rambu pengamat pasut. Tinggi muka air setiap rentang waktu tertentu diamati secara manual oleh operator (pencatat) dan dicatat pada formulir pengamatan pasut. Pada palem dilukis tanda-tanda skala bacaan dalam satuan desimeter. Pencatat akan menuliskan nilai kedudukan tinggi dari muka air laut relatif terhadap palem pada rentang waktu tertentu sesuai dengan skala bacaan yang tertulis pada palem. Keadaan muka air yang relatif tidak tenang membatasi kemampuan pencatatan dalam menaksir bacaan dari skala bacaan palem. Meskipun demikian, cara ini cukup efektif dilakukan untuk memperoleh data pasut dengan ketelitian sekitar 2,5 cm (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005).

Namun semakin berkembangnya teknologi, pengamatan pasut tidak lagi menggunakan cara manual (langsung) dan memerlukan orang untuk mengamati dan mencatat tinggi muka air. Sebuah alat pengamat pasut mekanik yang dinamakan *automatic tide gauge* akan menghasilkan bacaan pasut secara otomatis. Gerakan naik turunnya muka air laut dideteksi dengan sebuah pelampung yang digantungkan pada kawat baja. Kawat baja tersebut digulungkan pada suatu silinder penggulung. Sebuah sistem mekanik melakukan peredaman dan konversi gerakan silinder penggulung kawat baja dari arah vertikal menjadi ke arah horisontal. Gerakan horisontal bolak-balik tersebut kemudian disambungkan pada sebuah pena yang menggoreskan tinta pada gulungan kertas perekam data yang

digulungkan pada suatu silinder (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005).

2.1.6 Metode *Admiralty*

A. T. Doodson pada tahun 1928 membuat metode praktis perhitungan pasang surut dengan metode *admiralty* untuk analisa pasang surut dari pengamatan pasut selama 15 dan 29 hari. Pada perhitungan metode *admiralty* ini akan didapatkan nilai komponen-komponen harmonik berdasarkan data pasang surut yang ada. Pada metode *admiralty* akan dihasilkan 9 komponen pasut dari perhitungan data pengamatan pasut yang ada meliputi komponen M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4, K2 dan P1. Dan dari 9 komponen pasut tersebut akan dapat dihitung referensi tinggi muka air laut yang diinginkan.

2.2 Definisi Elevasi Muka Air

Elevasi muka air laut selalu mengalami perubahan mengikuti fenomena pasang surut yang terjadi di suatu tempat. Elevasi muka air laut ini beberapa dijadikan sebagai pedoman tinggi muka air dan referensi tinggi suatu tempat. Beberapa elevasi muka air laut yang digunakan antara lain:

- *High water level* (HWL) atau muka air tinggi yakni, kedudukan muka air laut tertinggi pada saat pasang dalam satu siklus pasang surut.
- *Low water level* (LWL) atau muka air rendah yakni, kedudukan muka air terendah pada saat surut dalam satu siklus pasang surut.
- *Mean high water level* (MHWL) atau muka air tinggi rata-rata yakni, rata-rata dari kedudukan muka air tinggi selama periode 18,6 tahun.
- *Mean low water level* (MLWL) atau muka air rendah rata-rata yakni, rata-rata dari kedudukan muka air rendah selama periode 18,6 tahun.

- *Mean sea level (MSL)* atau muka air laut rata-rata yakni, muka air rata-rata dari rata-rata muka air tinggi dan rata-rata muka air rendah. Elevasi MSL ini biasanya digunakan sebagai referensi tinggi di daratan.
- *Highest high water level (HHWL)* atau muka air tinggi tertinggi yakni, kedudukan air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- *Lowest high water level (LHWL)* atau muka air rendah terendah yakni, kedudukan air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- *Higher high water level (HHWL)* yakni, kedudukan air tertinggi dari dua air tinggi dalam satu hari, seperti dalam pasang surut tipe campuran
- *Lower low water level (LLWL)* yakni, kedudukan air terendah dari dua air rendah dalam satu hari.
- *High water spring (HWS)* yakni, kedudukan air terpasang selama satu tahun dengan deklinasi bulan sebesar $23,5^{\circ}$
- *Low water spring (LWS)* yakni, kedudukan air tersurut selama satu tahun dengan deklinasi bulan sebesar $23,5^{\circ}$

2.2.1 Elevasi Muka Air Laut Pelabuhan

Pada keperluan perencanaan pada dermaga pelabuhan referensi tinggi dari muka air laut yang digunakan adalah *low water spring (LWS)* yakni, kedudukan air tersurut selama satu tahun dengan deklinasi bulan sebesar $23,5^{\circ}$ dengan pertimbangan bahwa elevasi muka air laut ini adalah yang paling aman dan efisien dalam keperluan perencanaan pelabuhan. Jadi perencanaan pada area pelabuhan akan menggunakan elevasi ini baik untuk keperluan pemeruman, pengerukan dan pemeliharaan dermaga pelabuhan.

2.3 Survei Batimetri

Survei Batimetri merupakan proses untuk menggambarkan fitur atau kenampakan dasar laut atau perairan agar didapatkan informasi mengenai navigasi kapal, keselamatan dalam pelayaran kapal maupun untuk keperluan keilmuan dari data kedalaman. Kedalaman laut merupakan hasil kegiatan pemeruman sedangkan data kedalaman yang diperoleh disebut data batimetri, sedangkan gambaran (model) dasar perairan dapat disajikan dalam garis-garis kontur kedalaman hasil pemeruman sehingga variasi morfologi dasar laut dapat ditampilkan. Definisi lain dari survei batimetri adalah proses penggambaran bentuk permukaan (topografi) dasar perairan (*seabed surface*) sejak pengukuran, pengolahan data hingga visualisasinya (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005).

2.4 Pengukuran Kedalaman

Pengukuran kedalaman dilakukan pada titik-titik yang dipilih untuk mewakili keseluruhan daerah perairan yang akan dipetakan. Pada titik-titik tersebut juga dilakukan pengukuran untuk penentuan posisi. Titik-titik tempat dilakukannya pengukuran untuk penentuan posisi dan kedalaman disebut sebagai titik fiks perum. Pada setiap titik fiks perum harus juga dilakukan pencatatan waktu saat pengukuran untuk reduksi hasil pengukuran karena pasang surut (Fajrullah, 2009).

Kegiatan pengukuran kedalaman atau pemeruman merupakan proses pengambilan data kedalaman pada suatu area perairan tertentu untuk menggambarkan topografi atau relief dasar laut (Ingham, 1975). Untuk melakukan survei batimetri diperlukan lajur pemeruman yang digunakan sebagai navigasi kapal dalam melakukan pengukuran kedalaman selama melakukan survei batimetri. Titik-titik pemeruman yang berada pada lajur pemeruman yang disebut sebagai lajur perum. Lajur perum dibagi menjadi dua macam

(Pusat Pemetaan Dasar Kelautan dan Kedirgantaraan, 2004 dalam Fajrullah,2009) yaitu:

- a. Lajur utama yaitu lajur perum yang digunakan sebagai alur utama dalam pemeruman.
- b. Lajur silang yaitu lajur perum yang digunakan sebagai alur *cross check* untuk kepentingan validasi data perum (pengecekan)

Pengukuran kedalaman dilakukan menggunakan alat perum gema (*echosounder*) yang menggunakan gelombang akustik atau sonar (*sound navigation and ranging*). Pemeruman menggunakan *echosounder* merupakan pengukuran kedalaman secara tidak langsung yaitu dengan mengukur waktu tempuh pulsa gelombang akustik yang dipancarkan oleh *transmitting transducer* (pemancar) menuju dasar laut dan dipantulkan kembali menuju *receiving transducer* (penerima) yang berada dibawah wahana apung (Ingham,1975).

Alat perum gema menggunakan prinsip pengukuran jarak dengan memanfaatkan gelombang akustik yang dipancarkan dari tranduser. Tranduser adalah bagian dari alat perum gema yang mengubah energi listrik menjadi mekanik (untuk membangkitkan gelombang suara). Persamaan untuk mendapatkan nilai kedalaman dengan menggunakan *echosounder* yaitu:

$$D = \frac{1}{2} c. \Delta t \quad (2.3)$$

Rumus di atas merupakan prinsip pengukuran kedalaman dengan menghitung kecepatan gelombang akustik dibagi dua dikalikan dengan delta waktu saat gelombang dipancarkan dan dipantulkan. Kedalaman laut yang terukur (D) dengan satuan m, Cepat rambat gelombang akustik (c) dengan satuan m/s^2 dan selang waktu gelombang akustik pada saat dipancarkan dan diterima kembali oleh *transducer* (Δt) dengan satuan sekon.

2.5 Arus Pasang Surut

Arus pasang surut dapat dikelompokkan sebagai arus pasang surut dan arus non pasang surut. Arus pasang surut adalah pergerakan masa air laut secara periodik akibat adanya pengaruh pasang surut yang terjadi secara horizontal, sedangkan arus non pasang surut adalah arus yang bukan terjadi akibat pasang surut, seperti angin dan perbedaan densitas (Rudimansyah, 2008).

Arus pasang surut disebabkan oleh fenomena pasang surut yang dapat berubah sesuai dengan tipe dari pasang surut tersebut, sehingga arus pasang surut dapat memiliki tipe seperti tipe pasang surut yaitu diurnal atau harian tunggal dimana dalam satu hari terdapat satu kali perubahan arus, sedangkan untuk daerah yang memiliki tipe pasang surut semi diurnal atau harian ganda maka dalam satu hari akan mengalami dua kali perubahan arah arus (Rudimansyah, 2008).

2.6 Sedimentasi

Sedimentasi adalah tanah dan bagian - bagian tanah yang terbawa oleh tenaga air yang membawa tanah dan bagian - bagian tanah tersebut mengalir ke sungai, danau, dan tempat lainnya dan mengendap pada lokasi tertentu sehingga menyebabkan pendangkalan. Pada saat kekuatan pengangkutannya berkurang atau habis, batuan diendapkan di daerah aliran air. Karena itu pengendapan ini bisa terjadi di sungai, danau, dan di laut. Batuan hasil pelapukan secara berangsur diangkut ke tempat lain oleh tenaga air, angin, dan gletser (es yang mengalir secara lambat). Air mengalir di permukaan tanah atau sungai membawa batuan halus baik terapung, melayang atau digeser di dasar sungai menuju tempat yang lebih rendah. Hembusan angin juga bisa mengangkat debu, pasir, bahkan bahan material yang lebih besar. Makin kuat hembusan itu, makin besar pula daya angkutnya (Anwas, 1994 dalam Fajar, 2012).

Jumlah sedimentasi disetiap tempat berbeda-beda, hal ini dikarenakan perbedaan dari pengaruh pasang surut yang terjadi di perairan tersebut dan respon yang dilakukan oleh tempat terbentuknya sedimentasi disamping pengaruh yang disebabkan oleh ombak dan angin (Dahuri, 2001 dalam Hershinta Ratna, 2003).

Arus pada sungai dan daerah perairan yang semi tertutup lebih dominan di timbulkan oleh faktor pasang surut. Karakteristik arus perairan mempengaruhi nilai sorting. (Thrumman dalam Tampubolon 2010) menyatakan bahwa pergerakan sedimen dipengaruhi oleh kecepatan arus dan ukuran butiran sedimen. Semakin besar ukuran butiran sedimen tersebut maka kecepatan arus yang dibutuhkan juga akan semakin besar untuk mengangkut partikel sedimen tersebut (Daulay, 2014).

Pengaruh gaya pasang surut mempengaruhi peristiwa abrasi dan sedimentasi. Wilayah yang mengalami peristiwa pasang surut harian ganda atau pasut surut tipe campuran condong ke ganda memiliki pengaruh yang berbeda dengan wilayah yang hanya mengalami pasang surut harian tunggal, dimana wilayah yang memiliki pasang surut tipe harian ganda dan campuran condong ke ganda mengalami proses transportasi sedimen yang lebih dinamis jika dibandingkan dengan pasang surut harian tunggal (Daulay, 2014).

2.7 Rumus Perhitungan Volume

Dalam survei rekayasa, penentuan volume tanah adalah suatu hal yang sangat lazim. *Cut* (galian) dan *fill* (timbunan) merupakan suatu metode untuk menentukan volume galian atau timbunan tanah pada suatu tempat. Juga dapat digunakan untuk menghitung material (bahan) yang sifatnya padat. Prinsip hitungan volume adalah satu luasan dikalikan satu wakil tinggi. Apabila ada beberapa luasan atau beberapa tinggi maka dibuat wakilnya, misalnya dengan merata-

ratakan luasan ataupun merata-ratakan tingginya (Yuwono, 2004).

Dalam pengerjaan penelitian ini, metode yang digunakan untuk menghitung volume sedimentasi di peta batimetri adalah metode komposit/luas penampang. Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung volume (Natalia, 2003).

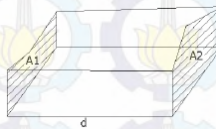
$$V = 1/5 (A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5) \cdot (d_1 + d_2 + d_3 + d_4) \quad (2.4)$$

$$V = 1/5 \cdot D \cdot \sum_{i=1}^n A_i \quad (2.5)$$

$$D = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \quad (2.6)$$

$$V = D/5 \cdot \sum_{i=1}^n A_i \quad (2.7)$$

Dimana d merupakan jarak tiap penampang dan D merupakan jarak kedua penampang ujung. Sedangkan A merupakan luas penampang dan n adalah jumlah penampang.



Gambar 2.2 Menghitung Volume Luas Penampang

Sumber : Yuwono, 2004

Pada gambar diatas volume tanah dibatasi oleh penampang-penampang melintang dengan luas A_1 dan A_2 . Dan jarak kedua penampang melintang tersebut adalah d , maka rumus yang digunakan adalah:

$$Volume = d/2 \cdot (A_1 + A_2) \quad (2.8)$$

2.8 Pengerukan

Pengerukan merupakan pekerjaan pengangkutan sedimentasi di bawah permukaan laut sesuai dengan kedalaman yang diinginkan dengan menggunakan alat berat. Pada daerah yang akan dilakukan pengerukan sebelumnya dilakukan pemeruman untuk mengetahui efisisensi dari operasi kapal keruk, pemakaian bahan bakar dan penggunaan suku cadang sangat dipengaruhi oleh karakteristik tanah atau endapan yang akan dikeruk juga berpengaruh terhadap harga satuan pekerjaan pengerukan, metode pelaksanaan dan waktu pelaksanaannya (Sosrodarsono, 1994 dalam Natalia,2003).

Menghitung volume dari tanah yang dikeruk pada dasarnya sama dengan menghitung volume dari bagian tanah yang dibatasi oleh penampang-penampang melintangnya. Untuk menghitung galian dan timbunan tanah yang diperlukan adalah ukuran luas dan jarak antar penampang .

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu dilakukan oleh Natalia (2003) dalam tugas akhir pola hubungan antara pasang surut air laut dengan banyaknya sedimentasi yang terjadi di kolam pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Dengan rumus yang digunakan untuk menghitung perbedaan volume sedimentasi yang terbentuk= volume sebelum pengerukan tahun (n) – volume sesudah pengerukan tahun (n-1)

Data hasil perhitungan volume sedimen dianalisa dengan hasil pengolahan data pasang surut sehingga didapatkan hasil analisa bahwa pasang surut tidak hanya mempengaruhi lapisan atas laut saja (permukaan laut) melainkan seluruh massa air dan memiliki energi yang sangat besar, pasang surut air laut dapat mempengaruhi banyaknya sedimentasi yang terjadi di kolam pelabuhan serta banyaknya sedimentasi bervariasi setiap lokasi tergantung dari pengaruh pasang surut yang terjadi.

Penelitian yang lain dilakukan oleh Benyamin (2009) dalam tugas akhir Penentuan Chart Datum Dengan Menggunakan Komponen Pasut Untuk Menentukan Kedalaman Kolam Dermaga (Studi Kasus: Pelabuhan Teluk Lamong, Surabaya) . Dalam tugas akhir ini dijelaskan bahwa pembangunan pelabuhan terutama kolam dermaga harus dapat menjamin keselamatan kapal yang akan berlabuh pada dermaga tersebut. Terdapat beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan dalam membuat kolam dermaga yaitu dimensi kapal terbesar yang akan berlabuh dan keadaan perairan di sekitar pelabuhan.

Kedalaman kolam dermaga ditentukan terhadap *chart datum* atau muka surutan yang diperoleh dari komponen pasut. Metode perhitungan komponen pasut yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *admiralty*. Berdasarkan amplitudo komponen harmonik tersebut dapat ditentukan model *chart datum* yang akan dijadikan sebagai referensi kedalaman (Benyamin, 2009).

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah kedalaman yang dibutuhkan di Perairan Teluk Lamong berdasarkan chart datum LWS adalah -7,57 m dan chart datum LLWL+5 *feet* adalah -8,79 m chart datum yang sesuai untuk kedalaman kolam dermaga.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di daerah dermaga domestik pelabuhan terminal petikemas Surabaya, Provinsi Jawa Timur yang secara geografis dibatasi oleh :

Posisi	Koordinat Lintang	Koordinat Bujur
A	7°11'50,78° LS	112°42'38,23° BT
B	7°11'45,84° LS	112°42'44,97° BT
C	7°11'59,74° LS	112°42'51,35° BT
D	7°12'5,89° LS	112°42'45,58° BT

Keterangan



= Lokasi Penelitian



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Surabaya, Jawa Timur
Sumber : *Google Maps*, 2014



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian Daerah Dermaga Domestik Pelabuhan
Petikemas Surabaya

Sumber : *Google Maps*, 2014

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Data sekunder peramalan pasang surut DISHIDROS untuk dermaga pelabuhan tanjung perak Surabaya tahun 2010 sampai dengan tahun 2014
- b. Peta batimetri sebelum pengerukan dan sesudah pengerukan dermaga domestik pelabuhan terminal petikemas Surabaya tahun 2011 sampai dengan tahun 2014 dari PT. PELINDO III Surabaya.

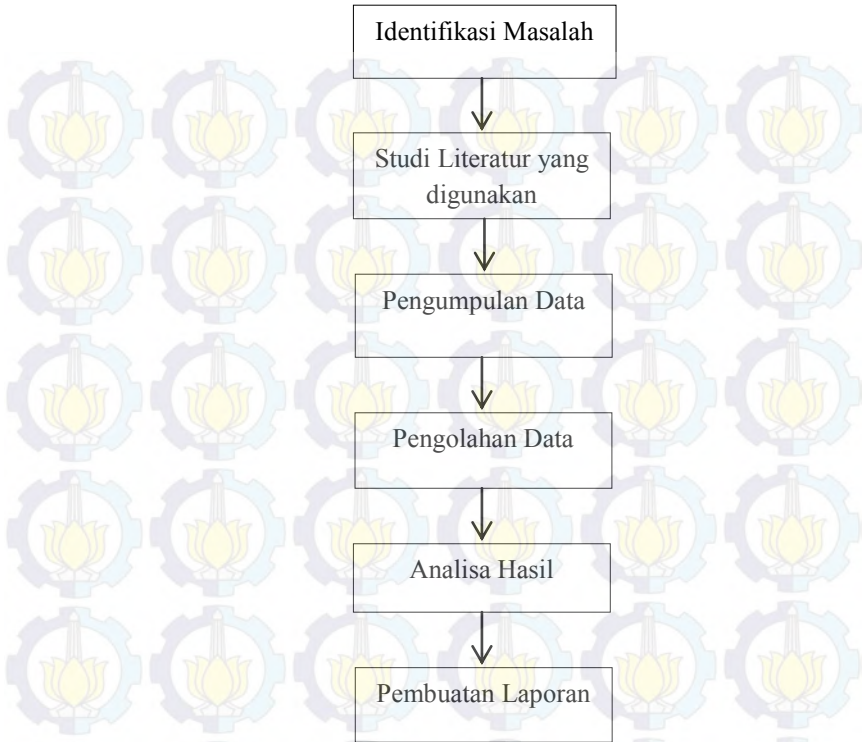
3.2.2 Peralatan

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Laptop/*Personal Computer*.
- b. Perangkat lunak *plotting* gambar.
- c. Perangkat lunak untuk membuat laporan.

3.3 Tahapan Kegiatan Penelitian

Secara garis besar tahapan dari penelitian yang direncanakan adalah seperti pada diagram alir berikut:



Gambar 3.3 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Dari diagram alir diatas memiliki penjelasan sebagai berikut:

a. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan penentuan permasalahan yang terjadi di demaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya, yakni bagaimana kondisi sedimentasi di dermaga tersebut sehingga tidak akan mengganggu dalam proses sandar kapal dan mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi dalam pembentukan sedimentasi di dermaga domestik

pelabuhan petikemas Surabaya, salah satunya adalah faktor pasang surut yang akan dibahas dalam penelitian ini.

b. Studi Literatur

Kegiatan ini dilakukan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu mengenai survei hidrografi, survei batimetri, pemetaan, pasang surut, sedimentasi dan literatur lain yang berhubungan baik dari buku, jurnal, majalah, media masa, internet maupun sumber lainnya.

c. Pengumpulan Data

Proses ini dilakukan untuk menghimpun data yang diperlukan dalam pengerjaan penelitian yakni, data pasang surut yang merupakan data pasang surut prediksi DISHIDROS dari tahun 2010 sampai tahun 2014, peta batimetri sebelum dan sesudah pengerukan tahun 2011 sampai tahun 2014 serta data pendukung lainnya.

d. Tahap Pengolahan

Pada tahapan ini dilakukan pengolahan dari data-data yang telah dihimpun untuk selanjutnya dilakukan analisa. Tahap pertama, yakni pengolahan data pasang surut prediksi DISHIDROS yang dimulai dari bulan november tahun 2010 sampai bulan maret tahun 2014 dengan menggunakan metode admiralty untuk mendapatkan bilangan formzahl yang akan menunjukkan tipe pasang surut di dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya sesuai dengan fenomena pasang dan surut air laut yang terjadi di dermaga. Selanjutnya dilakukan pengolahan peta batimetri yakni menghitung volume dari peta batimetri pertahun dari tahun 2011 sampai tahun 2014 dengan menggunakan metode komposit.

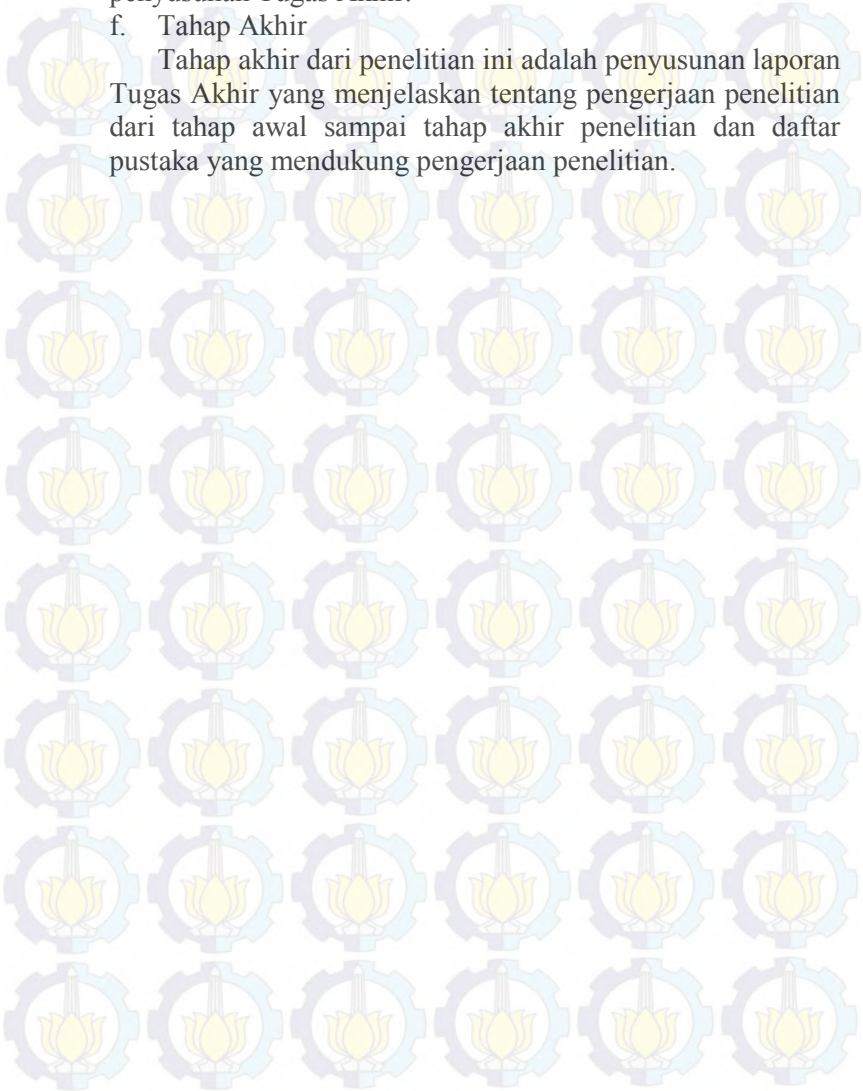
e. Tahap Analisa

Tahap ini dilakukan untuk menganalisa hasil dari tahap pengolahan yakni data pasang surut dan peta batimetri untuk mengetahui adanya pengaruh dari fenomena pasang surut terhadap sedimentasi yang terbentuk di dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya sehingga didapatkan hasil dan

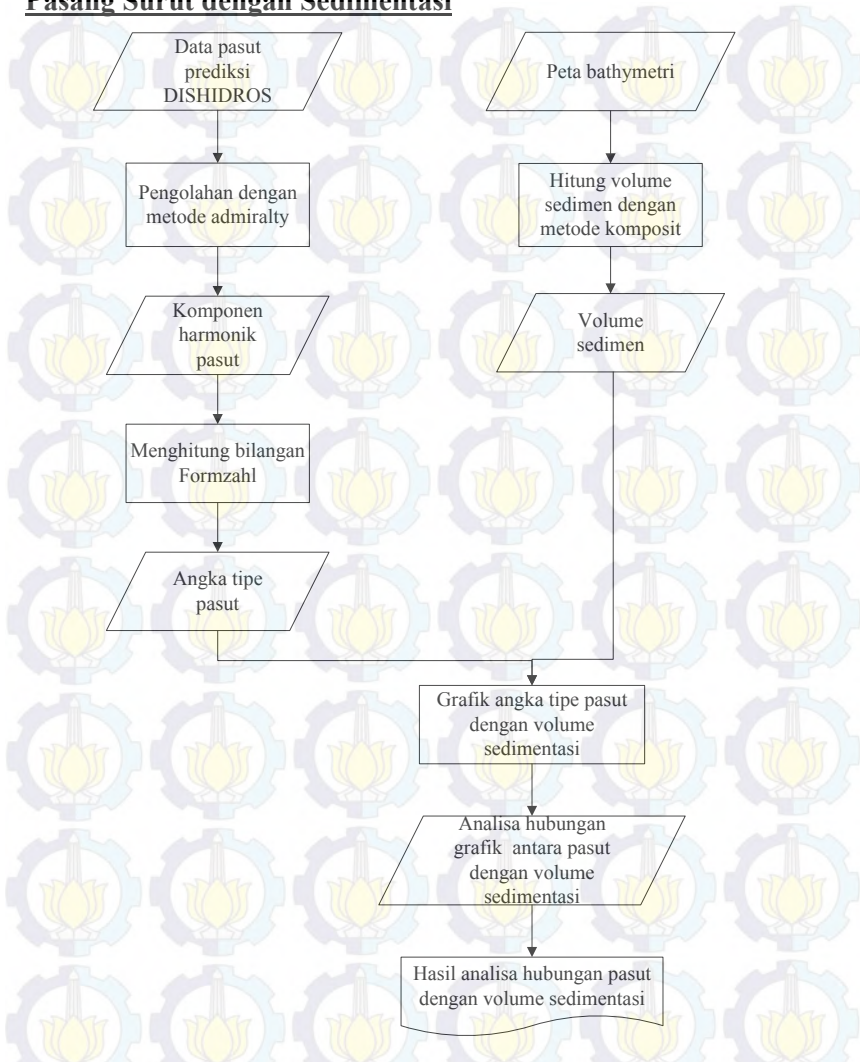
kesimpulan yang kemudian dapat digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir.

f. Tahap Akhir

Tahap akhir dari penelitian ini adalah penyusunan laporan Tugas Akhir yang menjelaskan tentang pengerjaan penelitian dari tahap awal sampai tahap akhir penelitian dan daftar pustaka yang mendukung pengerjaan penelitian.



3.4 Diagram Alir Pengolahan Data Untuk Analisa Hubungan Pasang Surut dengan Sedimentasi



Gambar 3.4 Diagram Alir Pengolahan Data Untuk Analisa Pengaruh Pasang Surut terhadap Sedimentasi

Penjelasan dari diagram alir pengolahan data adalah sebagai berikut :

- Data pasang surut yang digunakan adalah hasil pengamatan tidak langsung dari prediksi pasang surut DISHIDROS pada bulan november tahun 2010 sampai bulan maret tahun 2014. Kemudian dilakukan pengolahan data pasang surut dengan metode admiralty dan didapatkan 9 komponen harmonik pasut yakni, M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1, M4, MS4. Selanjutnya dilakukan perhitungan bilangan formzahl untuk menentukan besar angka tipe pasang surut/bilangan formzahl di dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya. Untuk perhitungan bilangan formzahl pengolahan pasang surut tahap pertama dimulai dari bulan november tahun 2010 sampai bulan oktober tahun 2011, tahap kedua dimulai dari bulan november tahun 2011 sampai bulan oktober tahun 2012, tahap ketiga dimulai dari bulan november tahun 2012 sampai bulan april tahun 2013 dan tahap terakhir dimulai dari bulan mei tahun 2013 sampai bulan maret tahun 2014. Perhitungan bilangan formzahl pertahap ini adalah sesuai dengan rentang waktu dari bulan ketika *sounding* sebelumnya sampai bulan ketika dilakukan *sounding* berikutnya, yakni *sounding* setelah pengerukan sampai *sounding* sebelum pengerukan.
- Pada peta batimetri sebelum pengerukan dan sesudah pengerukan tahun 2011 sampai tahun 2014 dilakukan perhitungan volume sedimentasi dengan menggunakan metode komposit (metode luas penampang) sesuai desain keruk yang dijadikan acuan. Dengan rincian peta batimetri tahun 2011 merupakan peta batimetri sesudah pengerukan yang *sounding* nya dilakukan pada bulan oktober, peta batimetri tahun 2012 merupakan peta batimetri sebelum pengerukan yang *sounding* nya dilakukan pada bulan oktober, peta batimetri tahun 2013

merupakan peta batimetri sesudah pengerukan yang *sounding* nya dilakukan pada bulan april dan peta batimetri tahun 2014 merupakan peta batimetri sebelum pengerukan yang *sounding* nya dilakukan pada bulan maret.

- Proses selanjutnya adalah membuat grafik hubungan dari bilangan formzahl pasang surut dan volume sedimentasi untuk menunjukkan perbedaan hasil volume sedimentasi yang terjadi yang diakibatkan oleh fenomena pasang surut setelah dilakukan pengerukan.
- Setelah itu dilakukan analisa grafik hubungan pasang surut dengan sedimentasi yang terbentuk di dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya untuk mengetahui pengaruh dari proses pasang surut terhadap sedimentasi yang terjadi di dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya.
- Hasil dari pengolahan data di atas adalah analisa pengaruh antara bilangan formzahl pasang surut dengan banyaknya sedimentasi yang terjadi di dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya.

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

4.1 Pasang Surut

4.1.1 Hasil Pengolahan Pasang Surut

Untuk mengetahui tipe pasang surut dari suatu perairan dermaga, maka perlu dilakukan perhitungan pasang surut dengan metode admiralty sehingga didapatkan komponen pasut untuk mengetahui tipe pasang surutnya dengan menghitung bilangan formzahl nya meliputi komponen S0, M2, S2, N2, K1, O1, M4 dan MS4. Berikut hasil komponen pasang surut dari perhitungan dengan metode admiralty.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Komponen Pasut Bulan November Tahun 2010 Sampai Bulan Oktober 2011

PERHITUNGAN KOMPONEN PASANG SURUT NOVEMBER 2010 - OKTOBER 2011									
Bulan		S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4
November 2010	A (cm) :	1,37	0,44	0,13	0,05	0,14	0,28	0,08	0,01
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Des-10	A (cm) :	1,40	0,45	0,10	0,11	0,17	0,28	0,04	0,04
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Jan-11	A (cm) :	1,38	0,50	0,17	0,14	0,21	0,21	0,15	0,02
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Feb-11	A (cm) :	1,08	0,50	0,38	0,18	0,25	0,16	0,13	0,06
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Mar-11	A (cm) :	1,34	0,48	0,17	0,08	0,11	0,19	0,06	0,02
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Apr-11	A (cm) :	1,35	0,39	0,13	0,03	0,13	0,21	0,02	0,01
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Mei-11	A (cm) :	1,39	0,44	0,12	0,06	0,17	0,30	0,07	0,01
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66

PERHITUNGAN KOMPONEN PASANG SURUT NOVEMBER 2010 - OKTOBER 2011									
Bulan		S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4
Jun-11	A (cm) :	1,30	0,72	0,23	0,06	0,24	0,37	0,09	0,10
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Jul-11	A (cm) :	1,42	0,41	0,15	0,09	0,20	0,25	0,03	0,02
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Agust-11	A (cm) :	1,37	0,35	0,12	0,08	0,11	0,23	0,04	0,04
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Sep-11	A (cm) :	1,32	0,38	0,15	0,05	0,10	0,23	0,05	0,02
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Okt-11	A (cm) :	1,25	0,40	0,22	0,06	0,14	0,18	0,20	0,02
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Komponen Pasut Bulan November Tahun 2011 Sampai Bulan Oktober 2012

PERHITUNGAN KOMPONEN PASANG SURUT NOVEMBER 2011 - OKTOBER 2012									
Bulan		S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4
November 2011	A (cm) :	1,31	0,21	0,19	0,14	0,17	0,33	0,20	0,11
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Des-11	A (cm) :	1,30	0,63	0,20	0,08	0,21	0,15	0,16	0,07
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Jan-12	A (cm) :	1,40	0,40	0,15	0,09	0,19	0,26	0,04	0,02
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Feb-12	A (cm) :	1,30	0,23	0,21	0,04	0,13	0,42	0,08	0,10
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66

PERHITUNGAN KOMPONEN PASANG SURUT NOVEMBER 2011 -OKTOBER 2012									
Bulan		S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4
Mar-12	A (cm) :	1,32	0,41	0,18	0,08	0,08	0,23	0,01	0,02
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Apr-12	A (cm) :	1,37	0,39	0,14	0,06	0,14	0,27	0,06	0,01
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Mei-12	A (cm) :	1,40	0,45	0,14	0,10	0,17	0,29	0,00	0,02
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Jun-12	A (cm) :	1,41	0,38	0,12	0,08	0,20	0,30	0,02	0,04
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Jul-12	A (cm) :	1,40	0,45	0,11	0,04	0,17	0,29	0,07	0,02
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Agust-12	A (cm) :	1,33	0,33	0,18	0,13	0,10	0,31	0,07	0,07
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Sep-12	A (cm) :	1,33	0,34	0,19	0,07	0,08	0,26	0,03	0,00
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Okt-12	A (cm) :	1,28	0,43	0,22	0,05	0,11	0,39	0,15	0,08
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Komponen Pasut Bulan November Tahun 2012 Sampai Bulan April 2013

PERHITUNGAN KOMPONEN PASANG SURUT NOVEMBER 2012 -APRIL 2013									
Bulan		S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4
November 2012	A (cm) :	1,45	0,50	0,11	0,11	0,20	0,28	0,05	0,04
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Des-12	A (cm) :	1,36	0,37	0,17	0,09	0,20	0,23	0,06	0,06
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66

PERHITUNGAN KOMPONEN PASANG SURUT NOVEMBER 2012 - APRIL 2013									
Bulan		S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4
Jan-13	A (cm) :	1,39	0,37	0,16	0,11	0,17	0,22	0,05	0,04
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Feb-13	A (cm) :	1,30	0,30	0,17	0,08	0,11	0,31	0,03	0,04
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Mar-13	A (cm) :	1,34	0,41	0,16	0,11	0,10	0,25	0,01	0,02
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Apr-13	A (cm) :	1,31	0,51	0,18	0,15	0,15	0,19	0,10	0,06
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Komponen Pasut Bulan Mei Tahun 2013
Sampai Bulan Maret 2014

PERHITUNGAN KOMPONEN PASANG SURUT MEI 2013 - MARET 2014									
Bulan		S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4
Mei-13	A (cm) :	1,81	1,58	0,63	0,98	0,49	1,21	1,01	0,63
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Jun-13	A (cm) :	1,42	0,44	0,11	0,09	0,18	0,33	0,03	0,01
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Jul-13	A (cm) :	1,41	0,38	0,17	0,09	0,17	0,33	0,03	0,03
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Agust-13	A (cm) :	1,25	0,35	0,26	0,09	0,09	0,27	0,16	0,05
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Sep-13	A (cm) :	1,35	0,42	0,16	0,10	0,09	0,28	0,03	0,01
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Okt-13	A (cm) :	1,34	0,38	0,14	0,06	0,13	0,17	0,08	0,02
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66

PERHITUNGAN KOMPONEN PASANG SURUT MEI 2013 - MARET 2014									
Bulan		S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4
November 2013	A (cm) :	1,39	0,44	0,14	0,10	0,16	0,24	0,07	0,00
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Des-13	A (cm) :	1,42	0,46	0,11	0,08	0,18	0,26	0,05	0,02
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Jan-14	A (cm) :	1,40	0,39	0,17	0,07	0,17	0,21	0,06	0,01
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Feb-14	A (cm) :	1,29	0,25	0,15	0,04	0,09	0,35	0,05	0,01
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66
Mar-14	A (cm) :	1,33	0,35	0,19	0,11	0,09	0,26	0,01	0,01
	g° :		34,90	10,98	9,80	15,43	4,38	31,13	1,66

Dari hasil perhitungan komponen pasut diatas ,selanjutnya adalah menghitung bilangan formzahlnya menggunakan rumus (2.2) pada tiap tahap waktu pengamatan, yaitu :

$$F = (O1 + K1) / (M2 + S2)$$

Berikut hasil dari perhitungan bilangan formzahl pada pengamatan pasang surut pada tiap tahap waktu pengamatan.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Bilangan Formzahl Pasut Bulan November Tahun 2010 Sampai Bulan Oktober 2011

Bulan	Bilangan Formzahl
November	0,736
Desember	0,830
Januari	0,619
Februari	0,463

Bulan	Bilangan Formzahl
Maret	0,475
April	0,664
Mei	0,838
Juni	0,649
Juli	0,793
Agustus	0,735
September	0,615
Oktober	0,516

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Bilangan Formzahl Pasut Bulan November Tahun 2011 Sampai Bulan Oktober 2012

Bulan	Bilangan Formzahl
November	1,245
Desember	0,425
Januari	0,815
Februari	1,248
Maret	0,539
April	0,767
Mei	0,768
Juni	0,986
Juli	0,818
Agustus	0,811
September	0,639
Oktober	0,764

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Bilangan Formzahl Pasut Bulan November Tahun 2012 Sampai Bulan April 2013

Bulan	Bilangan Formzahl
November	0,792
Desember	0,796
Januari	0,751
Februari	0,871
Maret	0,622
April	0,498

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Bilangan Formzahl Pasut Bulan Mei Tahun 2013 Sampai Bulan Maret 2014

Bulan	Bilangan Formzahl
Mei	0,772
Juni	0,932
Juli	0,909
Agustus	0,589
September	0,631
Oktober	0,578
November	0,699
Desember	0,777
Januari	0,693
Februari	1,098
Maret	0,658

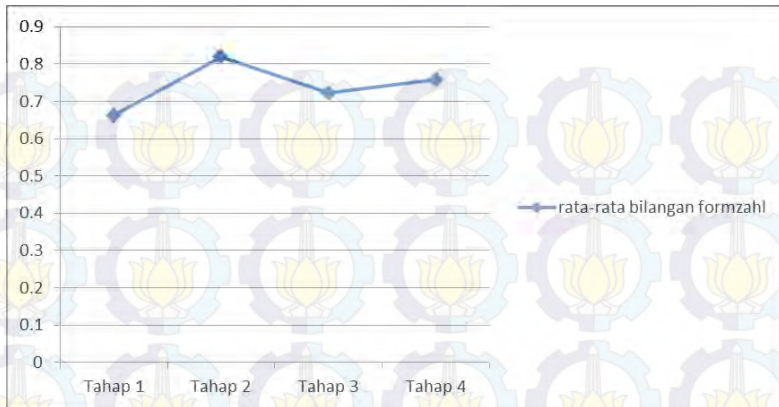
Dari hasil perhitungan bilangan formzahl pada komponen pasut pada tiap-tiap tahap pengamatan diketahui bahwa tipe pasut nya adalah tipe pasut pasang campuran ganda dengan rentang nilai bilangan formzahl nya antara 0,25 sampai 1,5. Dari beberapa bilangan

formzahl tersebut, kemudian dilakukan rata-rata pada bilangan formzahl dengan hasil penjelasan tahap 1 adalah rata-rata dari bilangan formzahl dari bulan november tahun 2010 sampai bulan oktober 2011, tahap 2 adalah rata-rata dari bilangan formzahl dari bulan november 2011 sampai bulan oktober 2012, tahap 3 adalah rata-rata dari bilangan formzahl dari bulan november 2012 sampai bulan april 2013 dan tahap 4 adalah rata-rata dari bilangan formzahl dari bulan mei 2013 sampai bulan maret 2014. Hasil rata-rata bilangan formzahl dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.9 Hasil Rata-rata Bilangan Formzahl

Waktu Pengamatan	Rata-rata Bilangan Formzahl
Tahap 1	0,662
Tahap 2	0,819
Tahap 3	0,722
Tahap 4	0,758

Dari hasil rata-rata perhitungan bilangan formzahl tersebut, kemudian disajikan dalam bentuk grafik untuk mengetahui gambaran fluktuasi dari hasil data pasang surut.



Gambar 4.1 Grafik Hasil Rata-rata Bilangan Formzahl Tiap Tahap Pengamatan

4.1.2 Analisa Hasil Pengolahan Pasut

Dari hasil pengolahan data pasang surut prediksi DISHIDROS dari bulan november tahun 2010 sampai bulan maret tahun 2014 didapatkan hasil bahwa nilai pasutnya mempunyai tipe pasut campuran ganda yakni tipe pasut yang didaerah tersebut terjadi dua kali pasang dalam satu hari dengan nilai rentang bilangan formzahl antara 0,25 sampai 1,5. Dari hasil ini dapat dianalisa bahwa suatu perairan selalu mempunyai tipe pasut yang sama namun angka dari tipe pasut/bilangan formzahlnya yang selalu berubah-ubah setiap rentang waktu tertentu. Dari hasil yang ditunjukkan dari perhitungan pasang surut mulai tahap 1 sampai tahap 4, bilangan formzahlnya selalu mengalami perubahan dari awalnya tahap 1 yang bernilai 0,662, tahap 2 yang bernilai 0,819, tahap 3 yang bernilai 0,722 dan tahap 4 yang bernilai 0,758. Jika dilihat dari gambar 4.1 maka dapat dihasilkan analisa jika dari grafik tersebut menunjukkan kejadian yang konstan

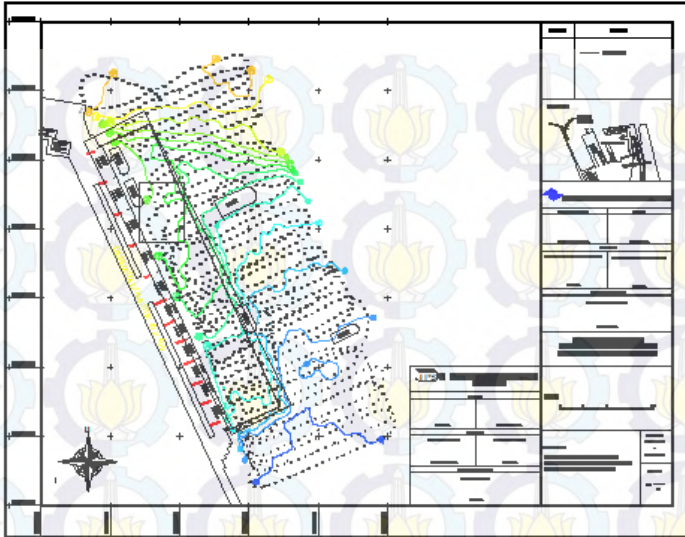
yakni, dari angka rendah kemudian naik dan turun lagi setelah itu naik lagi.

4.2 Peta Batimetri

4.2.1 Hasil Perhitungan Volume Peta Batimetri

Pengolahan peta batimetri meliputi perhitungan volume sedimentasi. Peta batimetri yang diolah merupakan peta hasil *sounding* dari tahun 2011 sampai tahun 2014 yang *sounding* nya dilakukan pada bulan oktober pada tahun 2011 dan dilakukan pada bulan oktober pada tahun 2012, sedangkan pada tahun 2013 dilakukan pada bulan april dan pada tahun 2014 dilakukan pada bulan maret.

Peta batimetri tahun 2011 merupakan peta hasil *sounding* yang dilakukan setelah pengerukan. Dan dilakukan perhitungan volume untuk mengetahui volume *cut* (galian) dan *fill* (timbunan) nya sesuai desain keruk pada tiap-tiap area pada dermaga domestik Terminal Petikemas Surabaya. Area dermaga domestik mempunyai panjang 450 meter dan lebar 75 meter. Kemudian dilakukan perhitungan volume pada setiap panjang per 50 meter sehingga didapatkan volume dari sedimentasi pada dermaga domestik tersebut tiap tahunnya. Berikut gambar area dari dermaga domestik petikemas Surabaya.



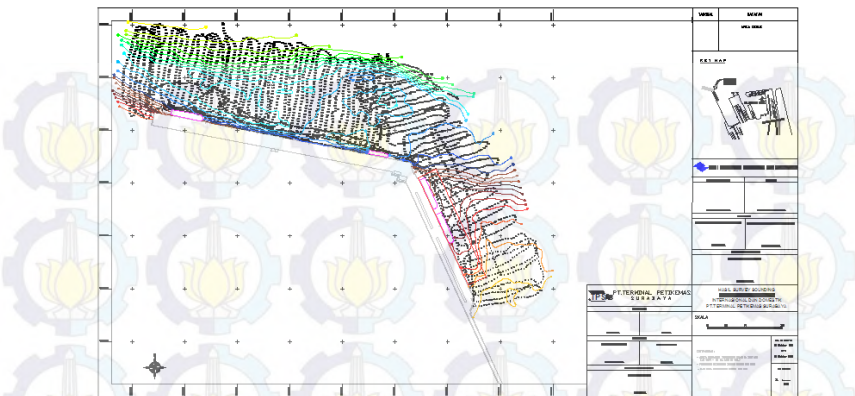
Gambar 4.2 Peta Batimetri Tahun 2011

Pada peta batimetri di atas yang kurang adalah keterangan dari gambar misalkan angka yang merupakan nilai dari kedalaman hasil *sounding*, tanda bacaan angka kedalaman, satuan angka kedalaman, kontur minor, skala angka serta keterangan lain yang diperlukan. Setelah itu didapatkan hasil perhitungan volume dari peta batimetri tahun 2011 sesuai dengan desain keruk yang digunakan. Berikut rincian hasil dari perhitungan volume sedimentasinya.

Tabel 4.10 Tabel Perhitungan Volume Sedimen Peta Batimetri Tahun 2011

Panjang (m)	Cut/galian (m ³)	Fill /timbunan (m ³)	Net/volume bersih (m ³)	Desain Keruk (m)
450	177	1.527	-1.350	7,2
400	606	216	390	7,2
350	1.347	0	1.347	7,2
300	2.187	0	2.187	7,2
250	3.514	0	3.514	7,2
200	983	469	514	5,5
150	646	1.479	-833	3,5
100	0	1.822	-1.822	2,5
50	0	4.047	-4.047	1,5
Total	9.460	9.560	-100	

Setelah itu dilakukan perhitungan volume pada peta batimetri tahun 2012 yang merupakan peta hasil *sounding* sebelum pengerukan. Perhitungan volume dilakukan sesuai desain yang sama pada desain keruk sebelumnya pada perhitungan volume peta batimetri tahun 2011. Berikut gambar dari peta batimetri tahun 2012, namun pada peta tersebut juga tidak terdapat keterangan gambar yang dapat memudahkan pembaca mengenai isi didalam peta tersebut seperti yang terdapat pada peta batimetri tahun 2011.



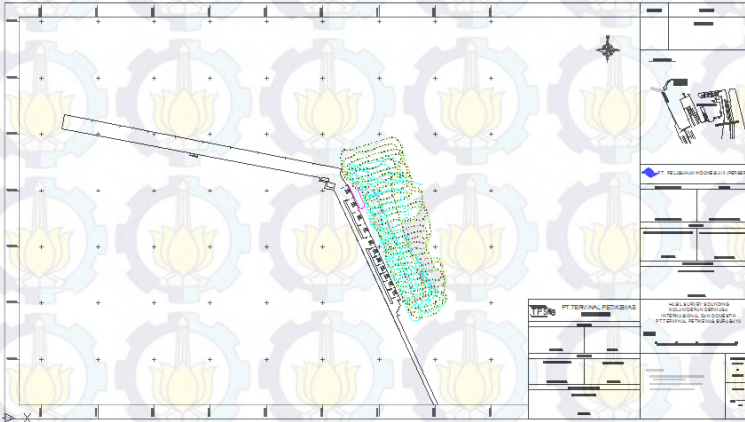
Gambar 4.3 Peta Batimetri Tahun 2012

Dan berikut hasil dari perhitungan volume sedimentasi peta batimetri tahun 2012

Tabel 4.11 Tabel Perhitungan Volume Sedimen Peta Batimetri Tahun 2012

Panjang (m)	Cut/galian (m ³)	Fill /timbunan (m ³)	Net/volume bersih (m ³)	Desain Keruk (m)
450	1.910	378	1.532	7,2
400	2.636	0	2.636	7,2
350	6.094	0	6.094	7,2
300	8.664	0	8.664	7,2
250	10.226	0	10.226	7,2
200	7.172	0	7.172	5,5
150	2.806	0	2.806	3,5
100	4.927	0	4.927	2,5
50	5.102	0	5.102	1,5
Total	49.537	378	49.159	

Berikut gambar peta batimetri tahun 2013 yang merupakan hasil *sounding* sesudah dilakukan pengerukan dan pada peta batimetri ini juga tidak terdapat keterangan gambar seperti peta batimetri sebelumnya.



Gambar 4.4 Peta Batimetri Tahun 2013

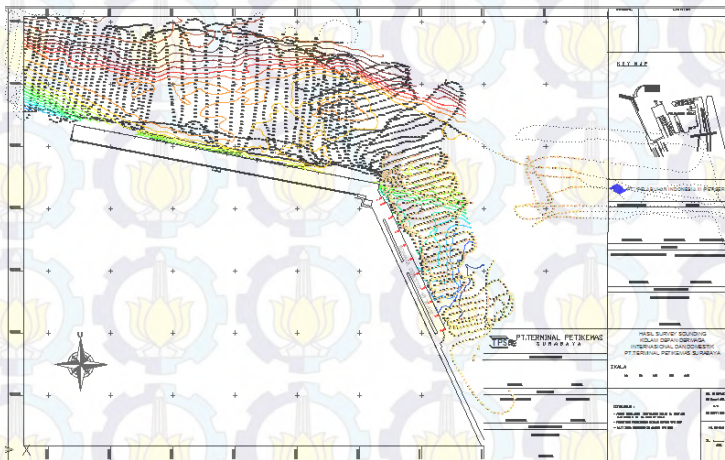
Berikut hasil dari perhitungan volume sedimentasi peta batimetri tahun 2013

Tabel 4.12 Tabel Perhitungan Volume Sedimen Peta Batimetri Tahun 2013

Panjang (m)	Cut/galian (m ³)	Fill /timbunan (m ³)	Net/volume bersih (m ³)	Desain Keruk (m)
450	245	1.258	-1.013	7,2
400	764	1.080	-317	7,2
350	572	635	-63	7,2
300	3.741	2	3.738	7,2

Panjang (m)	Cut/galian (m ³)	Fill /timbunan (m ³)	Net/volume bersih (m ³)	Desain Keruk (m)
250	5.793	0	5.793	7,2
200	2.276	45	2.231	5,5
150	105	1.734	-1.629	3,5
100	291	1.659	-1.367	2,5
50	519	1.201	-682	1,5
Total	14.306	7.614	6.691	

Berikut gambar peta batimetri tahun 2014 yang merupakan hasil *sounding* sebelum dilakukan pengerukan dan pada peta batimetri ini juga tidak terdapat keterangan dari peta yang dapat menjelaskan isi dari peta batimetri.



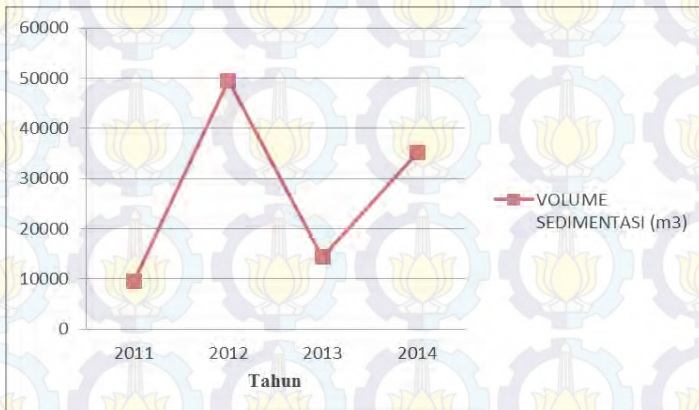
Gambar 4.5 Peta Batimetri Tahun 2014

Dan berikut hasil dari perhitungan volume sedimentasi peta batimetri tahun 2014.

Tabel 4.13 Tabel Perhitungan Volume Sedimen Peta Batimetri Tahun 2014

Panjang (m)	Cut/galian (m ³)	Fill /timbunan (m ³)	Net/volume bersih (m ³)	Desain Keruk (m)
450	1.697	442	1.255	7,2
400	2.300	270	2.030	7,2
350	3.232	0	3.232	7,2
300	5.655	0	5.655	7,2
250	8.346	0	8.346	7,2
200	5.762	0	5.762	5,5
150	1.736	2	1.734	3,5
100	3.125	91	3.035	2,5
50	3.249	0	3.249	1,5
Total	35.102	805	34.298	

Jika ditampilkan dalam sebuah grafik, maka akan ditunjukkan perubahan dari volume sedimentasi yang sudah dihitung seperti berikut.



Gambar 4.6 Grafik Hasil Perhitungan Volume Sedimentasi Pertahun

4.2.2 Analisa Hasil Pengolahan Perhitungan Volume Sedimen

Volume sedimentasi di suatu dermaga selalu mengalami perubahan setiap rentang waktu tertentu. Penambahan volume sedimentasi menunjukkan pengurangan kedalaman yang terjadi di dermaga, sehingga diperlukan perhitungan volume sedimentasi untuk memastikan bahwa kapal dapat bersandar di dermaga dengan aman tanpa terjadi kandas sebelum sampai di dermaga. Dari perhitungan volume sedimentasi dari peta batimetri tahun 2011 sampai tahun 2014 dapat dianalisa bahwa setiap tahunnya volume sedimentasi selalu berubah nilainya dikarenakan faktor-faktor yang mempengaruhinya salah satunya pasang surut. Pada peta batimetri sesudah pengerukan tahun 2011 menunjukkan banyak volume sedimentasi sebesar 9.460 m^3 yang dijadikan patokan untuk mengetahui fluktuasi volume sedimentasi tahun selanjutnya. Pada peta batimetri sebelum pengerukan tahun 2012 menunjukkan banyak volume sedimentasi sebesar 49.537 m^3 . Dan dari hasil volume sedimentasi tahun 2012 dikurangkan dengan hasil volume sedimentasi tahun 2011 dihasilkan selisih volume sebesar 40.077 m^3 . Hal ini menunjukkan bahwa setelah dilakukan pengerukan pada tahun 2011, pertambahan volume sedimentasi sampai pada bulan oktober tahun 2012 sebesar 40.077 m^3 . Pada peta batimetri tahun 2013 sesudah pengerukan, volume sedimentasi sebesar 14.306 m^3 , kemudian pada peta batimetri tahun 2014 sebelum pengerukan dihasilkan volume sedimentasi sebesar 35.102 m^3 . Dan dari hasil volume sedimentasi tahun 2014 dikurangkan dengan hasil volume sedimentasi tahun 2013 dihasilkan selisih volume sebesar 20.796 m^3 . Hal ini menunjukkan bahwa setelah dilakukan pengerukan pada tahun 2013, pertambahan volume sedimentasi sampai pada bulan maret tahun 2014 sebesar 20.796 m^3 . Dari selisih perhitungan volume tersebut menunjukkan bahwa

volume sedimentasi pada dermaga sebelum dilakukan pengerukan selalu mengalami pertambahan volume yang dapat dilihat dari hasil pengurangan volume sedimen sebelum pengerukan tahun (n) dikurangi volume sesudah pengerukan tahun (n-1) keduanya menunjukkan angka positif.

4.3 Pengaruh Pasang Surut Terhadap Sedimentasi

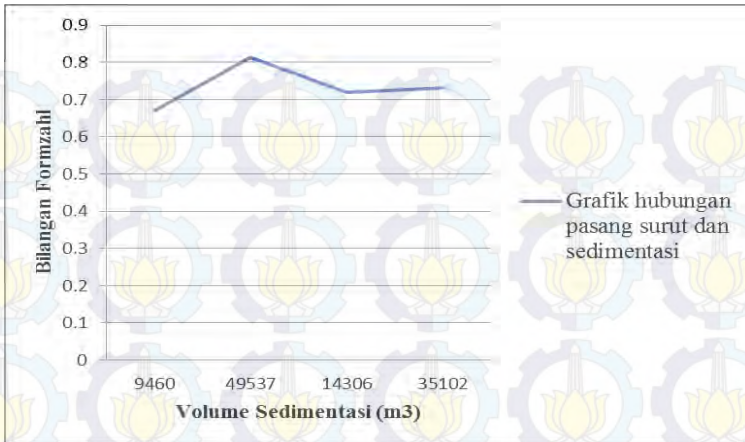
4.3.1 Hasil Grafik Pasut dan Volume Sedimentasi

Dari hasil pengolahan pasang surut tiap tahap dan pengolahan peta batimetri tiap tahun menghasilkan bilangan formzahl pasut tiap waktu pengamatan dan nilai volume sedimentasi tiap tahun yang dapat dibuat dalam grafik untuk menunjukkan hubungan dari pengaruh pasang surut terhadap volume sedimentasi yang terbentuk. Tabel dari grafik hubungan pasut dan volume sedimentasi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.14 Tabel Hasil Perhitungan Bilangan Formzahl dan Volume Sedimentasi

Bilangan Formzahl	Volume Sedimentasi (m³)
0,662	9.460
0,819	49.537
0,722	14.306
0,758	35.102

Dan disajikan dalam bentuk grafik berikut.



Gambar 4.7 Grafik Hubungan Bilangan Formzahl Dan Volume Sedimentasi

4.3.2 Analisa Pengaruh Pasang Surut Terhadap Volume Sedimentasi

Dari tabel hasil pengolahan data pasut dan volume sedimentasi dapat dilihat pada tahun 2011 mempunyai volume sedimentasi sebesar 9.460 m³ dengan besar bilangan formzahl sebesar 0,662 yang akan menjadi patokan pertambahan volume sedimentasi pada tahun 2012 yakni sebesar 49.537 m³ dengan bilangan formzahl sebesar 0,819. Peningkatan bilangan formzahl berarti juga peningkatan fenomena pasang dan surut yang terjadi di perairan dermaga domestik petikemas Surabaya dan mengakibatkan pertambahan volume sedimentasi yang didapatkan dari selisih pengurangan volume sedimentasi tahun 2012 dikurangi dengan volume sedimentasi tahun 2011 dihasilkan volume sedimentasi sebesar 40.077 m³. Pada tahun 2013 volume sedimentasi sebesar 14.306 m³ dengan bilangan formzahl sebesar 0,722 yang dijadikan patokan peningkatan volume sedimentasi tahun

berikutnya pada tahun 2014 dengan volume sedimentasi sebesar 35.102 m^3 dan bilangan formzahl sebesar 0,758. Peningkatan bilangan formzahl dari tahun 2013 menuju tahun 2014 menunjukkan pertambahan fenomena pasang dan surut yang terjadi di dermaga sehingga mengakibatkan pertambahan volume sedimentasi yang dapat dihitung dari selisih volume sedimentasi tahun 2014 dikurangi dengan volume sedimentasi tahun 2013 dihasilkan selisih volume sedimentasi sebesar 20.796 m^3 . Dengan hasil tersebut didapatkan analisa bahwa peningkatan bilangan formzahl berpengaruh terhadap pertambahan volume sedimentasi di dermaga.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini antara lain:

1. Ditemukan pengaruh dari fenomena pasang surut terhadap sedimentasi yang terbentuk di dermaga domestik pelabuhan petikemas Surabaya dengan kesimpulan ketika bilangan formzahl lebih besar dari tahun sebelumnya, maka volume sedimentasi juga akan bertambah.
2. Pada volume sedimentasi tahun 2011 sebesar 9.460 m^3 dengan bilangan formzahl sebesar 0,662 dijadikan acuan untuk peningkatan volume sedimentasi tahun 2012 sebesar 49.537 m^3 dengan bilangan formzahl sebesar 0,819. Peningkatan bilangan formzahl yang berarti juga peningkatan fenomena pasang dan surut air laut yang terjadi mengakibatkan selisih volume sedimentasi dari tahun 2011 sampai tahun 2012 sebesar 40.077 m^3 . Dan Pada volume sedimentasi tahun 2013 sebesar 14.306 m^3 dengan bilangan formzahl sebesar 0,722 dijadikan acuan untuk peningkatan volume sedimentasi tahun 2014 sebesar 35.102 m^3 dengan bilangan formzahl sebesar 0,758. Peningkatan bilangan formzahl yang berarti juga peningkatan fenomena pasang dan surut air laut yang terjadi mengakibatkan selisih volume sedimentasi dari tahun 2013 sampai tahun 2014 sebesar 20.796 m^3 .

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini antara lain:

1. Setiap pelabuhan seharusnya mempunyai stasiun pasut sendiri, sehingga untuk mengetahui hubungan antara pasang surut di dermaga dengan sedimentasi akan menunjukkan angka yang lebih akurat. Bacaan pasut di dermaga tersebut juga dapat digunakan untuk melakukan koreksi kedalaman pada saat melakukan *sounding*,

sehingga kedalaman yang didapat saat melakukan *sounding* akan menunjukkan nilai yang akurat.

2. Pada pemeliharaan dermaga sebaiknya dilakukan pengerukan setiap tahunnya untuk menjaga kedalaman yang aman untuk kapal bersandar di dermaga. Dan sangat penting untuk melakukan *sounding* sebelum pengerukan untuk mengetahui banyaknya sedimentasi yang harus dikeruk, begitu juga untuk *sounding* setelah pengerukan juga penting untuk memastikan kedalaman setelah pengerukan sesuai dengan kedalaman yang direncanakan.

DAFTAR ACUAN

- Ali, M, Miwardja, D.K. dan Hadi, S. *Pasang Surut Laut*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 1994.
- Benyamin, Ari Juna. *Penentuan Chart Datum Dengan Menggunakan Komponen Pasut Untuk Penentuan Kedalaman Kolam Dermaga*. Surabaya: Program Studi Teknik Geomatika, 2009.
- Dahuri, Rochim, Haji, Dr. Ir. M.S., dkk. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir Dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 2001.
- Daulay, *Karakteristik Sedimen Di Perairan Sungai Carang Kota Rebah Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau. Skripsi Universitas Maritim Raja Ali Haji*. Tanjungpinang, 2014.
- Fajar, Indah., dkk. *Analisa Pendangkalan pada Pelabuhan Bandar Sri Setia Raja di Selat Baru*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa. Vol 1 (1): 111-117, 2012
- Fajrullah, Yans. *Studi Penggunaan Multibeam Echosounder Untuk Pembuatan Peta Batimetri Sebagai Data Masukan Pada Perbaikan Peta Laut*. Surabaya: Program Studi Teknik Geomatika, 2009.
- Heiskanen, W.A and Moritz, H. *Physical Geodesy*. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1967.
- Hutabarat, S dan Evans, S.M. *Pengantar Oceanografi*. Jakarta: Universitas Indonesia, 1985.
- Ingham, Alan E. *Sea Surveying*. London: John Wiley and Son Ltd, 1975.
- Kramadibrata, S. *Perencanaan Pelabuhan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2002.
- Natalia, Hershinta Ratna. *Hubungan Antara Pasang Surut Air Laut Dengan Banyaknya Sedimentasi Yang Terjadi di Kolam Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya*. Surabaya: Program Studi Teknik Geomatika, 2003.

Ongkosongo, O.S.R, dan Suyarso. *Pasang Surut*. Jakarta: Pusat Pengembangan Oseanologi, 1989.

Organization, International Hydrographic. 1998.

Poerbandono, *Hidrografi Dasar*. Bandung: Jurusan Teknik Geodesi ITB, 1999.

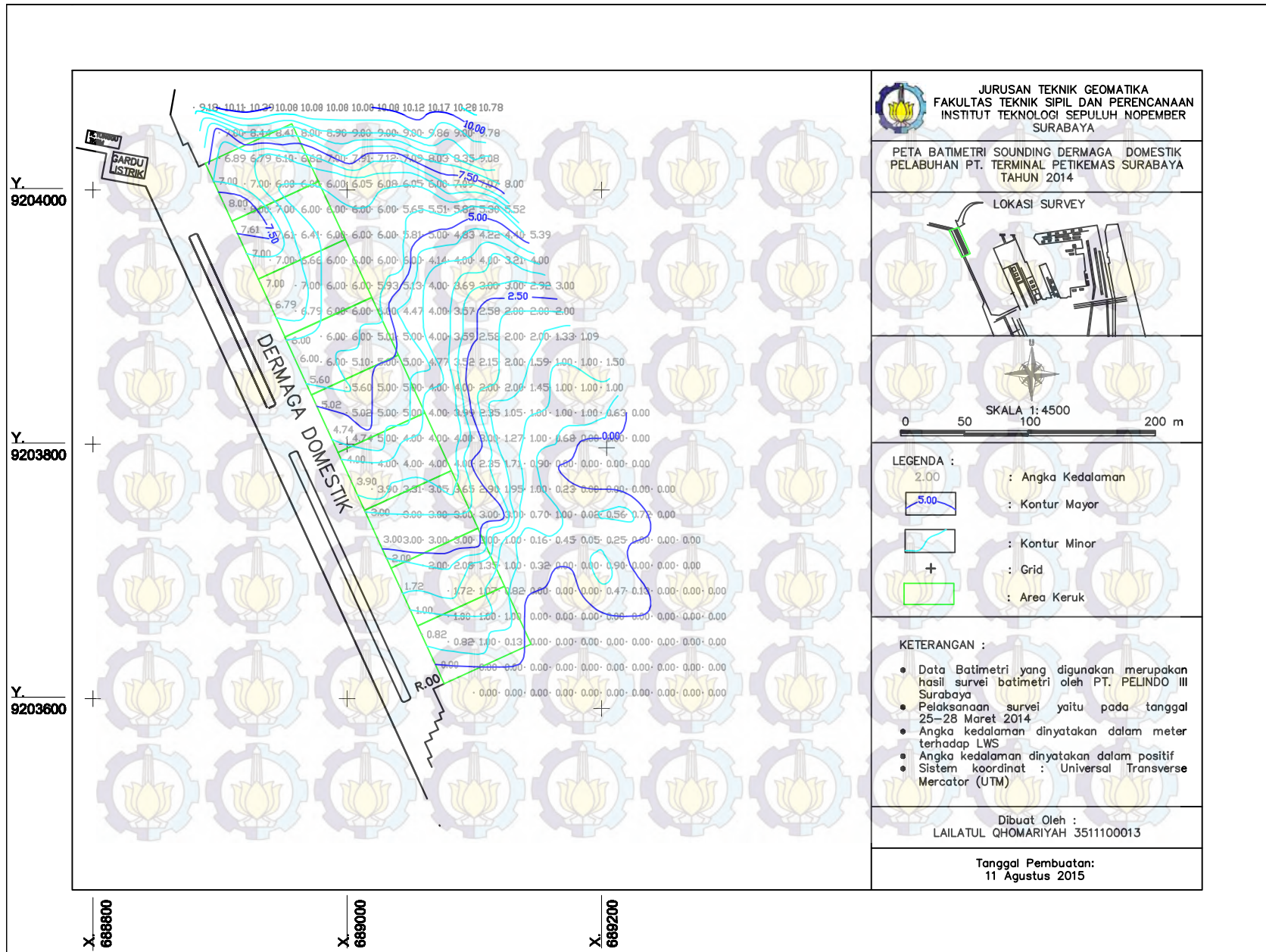
Poerbandono dan Djunarsjah, *Survey Hidrografi*. Bandung: Refika Aditama, 2005.

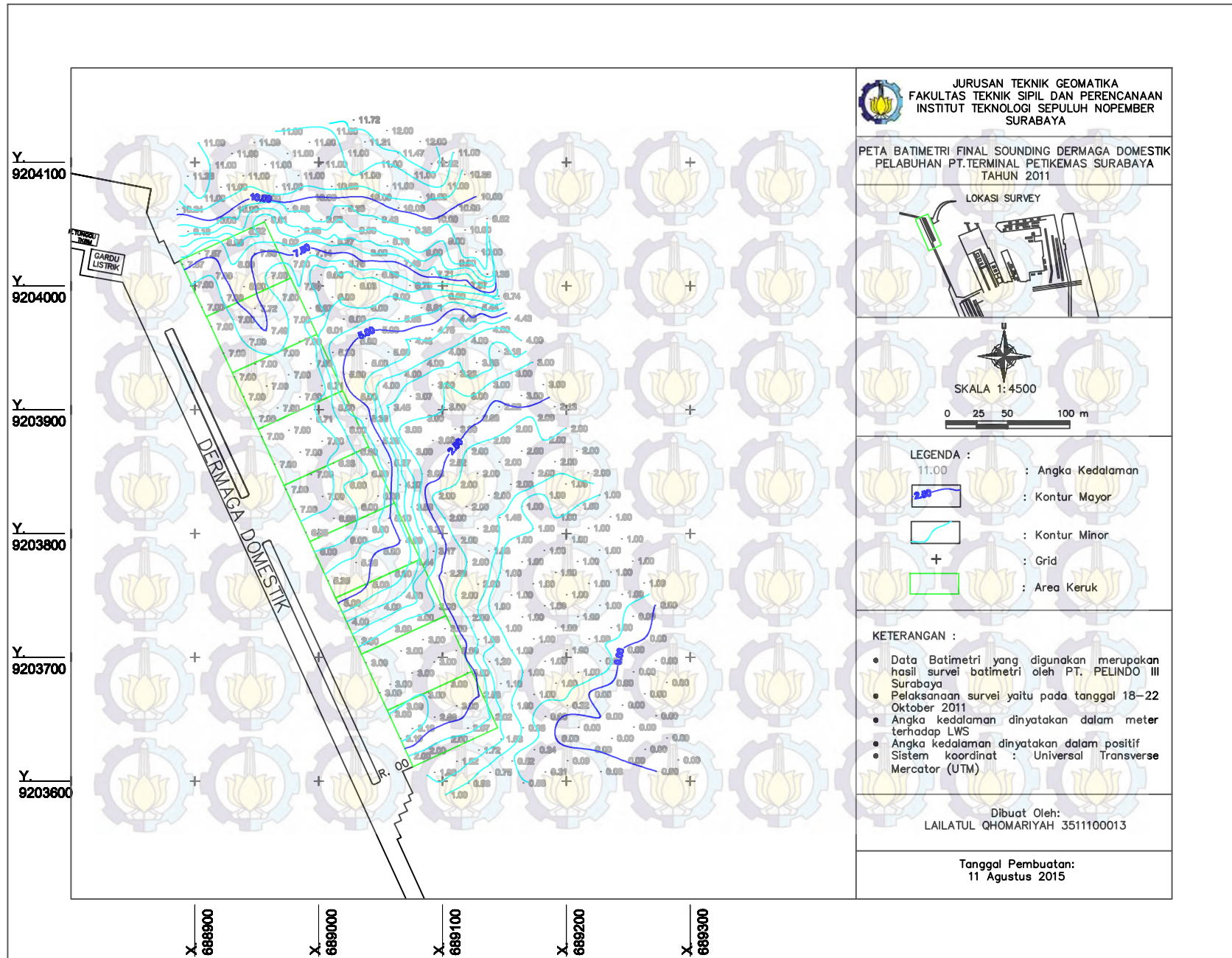
Rudimansah, yuyus. *Pembangunan Prototipe Sistem Basis Data dan Peramalan Arus Pasang Surut Studi Kasus Teluk Jakarta*. Bandung : Program Studi Oseanografi, 2008.

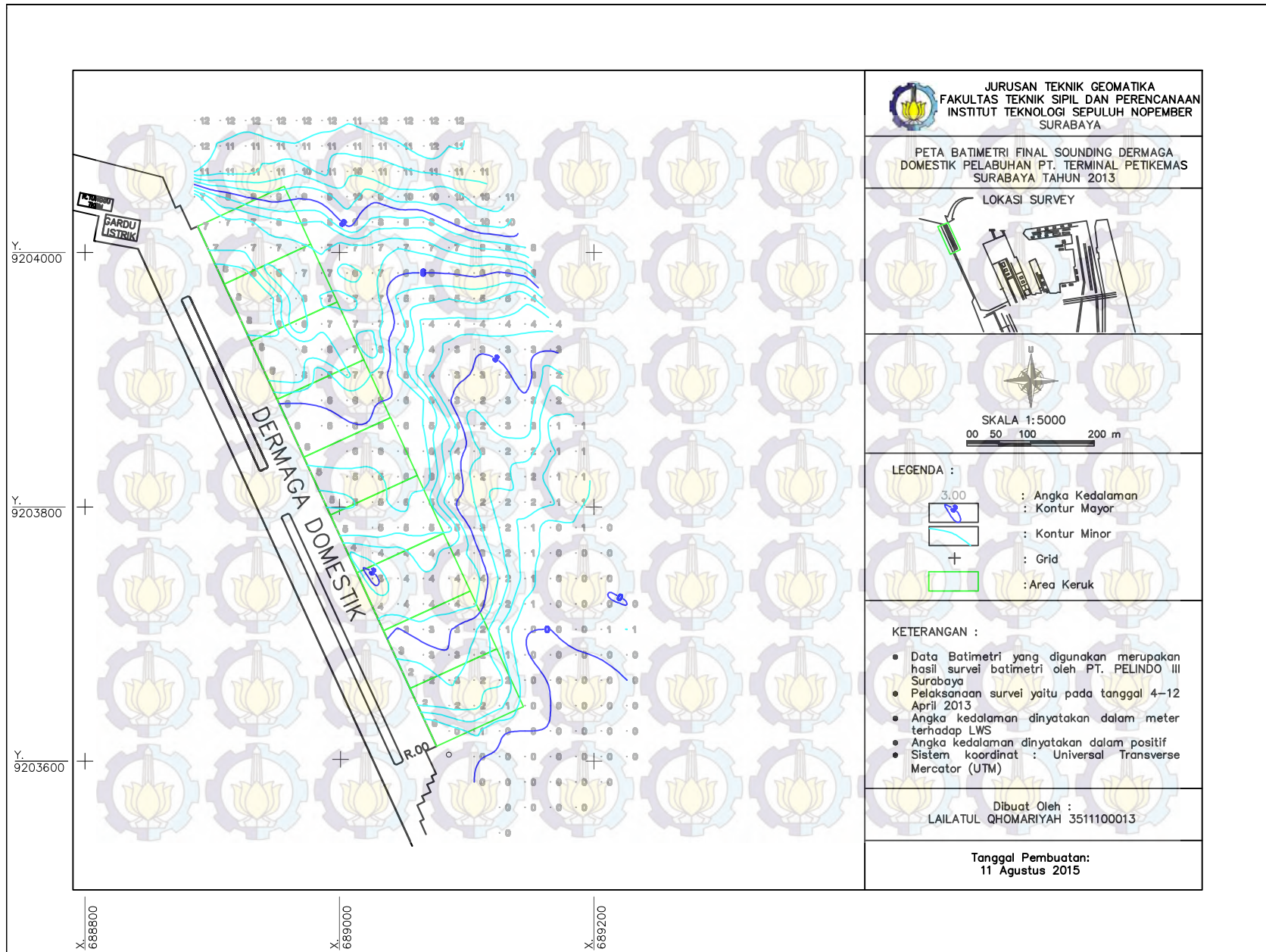
Sosrodarsono S, dan Tominaga M. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 1994.

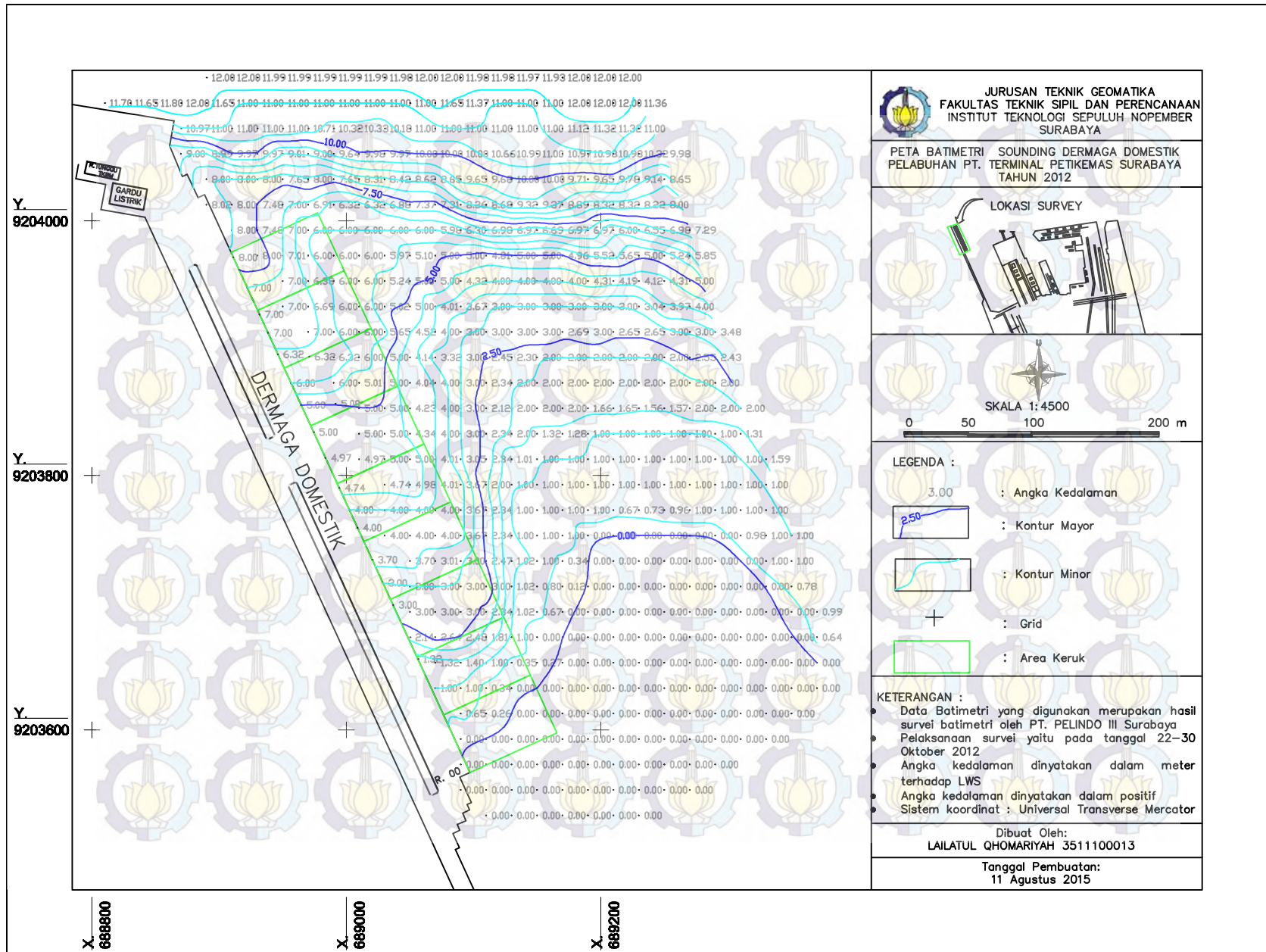
Surveys, IHO Standarts for Hydrographic. *Special Publication Number 44*. Bureu: IHB, 2006.

Yuwono, *Pengukuran dan Pemetaan Kota*. Pendidikan dan Pelatihan (Diklat) Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya, 2004.









BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Gresik, 21 November 1993 dan merupakan anak ke-2 dari tiga bersaudara. Mengawali pendidikan di TK Muslimat NU 46 Nurul Huda Gresik, MTs. Nurul Huda Gresik, MAN Gresik 1 dan melanjutkan kuliah di Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) , Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2011. Pengalaman organisasi penulis adalah menjadi staf Departemen PSDM HIMAGE-ITS Tahun 2012-2013 dan memenangkan lomba trashion hijab juara 3 dalam acara ITS-Expo Tahun 2014. Penulis memilih bidang keahlian hidrografi dalam tugas akhir ini.